

Welchen Effekt hat ein Balancetraining mit einem Virtual Reality Tool auf die Gangsicherheit von Patientinnen und Patienten mit Multipler Sklerose?

Consiglio Aurora

Keiser Andrea

Departement: Gesundheit
Institut für Physiotherapie

Studienjahr: PT18

Eingereicht am: 12. April 2021

Begleitende Lehrperson: Christine Horstmann

**Bachelorarbeit
Physiotherapie**

Inhaltsverzeichnis

Abstract	5
1 Einleitung	7
1.1 Begründung der Themenwahl	8
1.2 Problemstellung	8
1.3 Zielsetzung und Fragestellung	9
2 Theoretischer Hintergrund	10
2.1 Multiple Sklerose	10
2.1.1 Definition	10
2.1.2 Epidemiologie	10
2.1.3 Pathogenese	11
2.1.4 Verlaufsformen und klinische Symptome	12
2.2 Virtual Reality Therapie	14
2.2.1 Definition	14
2.2.2 Neurophysiologische Mechanismen von VR	14
2.2.3 Vorteile von VR-Therapie	17
2.2.4 Stand der Forschung: VR-Therapie bei MS	17
2.3 Der Gang	19
2.3.1 Ganganalyse	19
2.3.2 Gangsicherheit	19
2.3.3 Gleichgewicht	20
2.3.4 Verfahren zur Testung des Gleichgewichts im Gangbild	21
3 Methodik	26
3.1 Bearbeitung der Fragestellung	26

3.2	Literaturrecherche	26
3.2.1	Suchergebnisse der Datenbanken.....	26
3.2.2	Ein- und Ausschlusskriterien.....	28
3.2.3	Selektionsprozess der Studien	28
3.2.4	Hauptstudien.....	29
3.3	Qualitätsprüfung der Studien	29
4	Resultate.....	30
4.1	Studie von Eftekharsadat et al. (2015)	30
4.1.1	Zusammenfassung	30
4.1.2	Kritische Würdigung.....	33
4.2	Studie von Peruzzi et al. (2016)	35
4.2.1	Zusammenfassung	35
4.2.2	Kritische Würdigung.....	38
4.3	Studie von Khalil et al. (2018).....	40
4.3.1	Zusammenfassung	40
4.3.2	Kritische Würdigung.....	43
4.4	Qualitätsprüfung der Studien	46
5	Diskussion.....	48
5.1	Stichprobe	48
5.2	Ethik.....	49
5.3	Intervention.....	49
5.4	Messinstrumente	51
5.5	Statistische Verfahren	52
5.6	Ergebnisse.....	52
5.7	Güte	54
5.8	Studiendesign	54

6	Schlussfolgerung	55
6.1	Beantwortung der Fragestellung	55
6.2	Theorie-Praxis-Transfer.....	56
6.3	Limitationen und weiterführende Fragestellungen.....	56
	Literaturverzeichnis	58
	Zusatzverzeichnisse	67
	Abbildungsverzeichnis	67
	Tabellenverzeichnis	67
	Deklaration der Wortzahl	68
	Danksagung	68
	Eigenständigkeitserklärung	68
	Anhang 1: Abkürzungsverzeichnis	69
	Anhang 2: Glossar	70
	Anhang 3: AICAs Studie 1 – Studie 3.....	79
	Anhang 4: PEDro-Skala	118

Abstract

Darstellung des Themas

Die Wirksamkeit von Virtual Reality (VR) im Zusammenhang mit Multiple Sklerose (MS) wurde erst wenig erforscht. Die Annäherung an die reale Welt durch VR-stimulierte Umgebungen soll das Erlernen neuer motorischer Bewegungen unterstützen und so Mobilitätseinschränkungen entgegenwirken.

Ziel

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Effekte eines VR-gestützten Balancetrainings auf das Gleichgewicht im Gang von Patientinnen und Patienten mit MS zu evaluieren. Als objektive Parameter dienen der Timed-up-and-go (TUG) und Berg Balance Scale (BBS).

Methode

Die Literaturrecherche für das vorliegende Literaturreview erfolgte im NEBIS-Katalog der Datenbanken CINAHL Complete und MEDLINE. Anhand festgelegter Ein- und Ausschlusskriterien wurden drei Studien zur Beantwortung der Fragestellung ausgewählt.

Relevante Ergebnisse

Im Vergleich zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe verbesserten sich sowohl der TUG als auch der BBS lediglich in einer der drei Studien signifikant. Der Prä-Post-Vergleich in der Interventionsgruppe präsentiert die Effekte unabhängig von einer Kontrollintervention. Hierbei verbesserte sich der TUG in beiden und der BBS in einer der beiden Studien, die diesen Vergleich machten, signifikant.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der Hauptstudien zeigen einen Trend zu positiven Effekten eines VR-basierten Balancetrainings. Aufgrund der mangelnden Evidenzlage der Hauptstudien kann keine abschliessende Beurteilung der Effekte stattfinden.

Keywords

Multiple Sklerose, Physiotherapie, Virtuelle Realität

Abstract

Background

The effectiveness of Virtual Reality (VR) in the context of Multiple Sclerosis (MS) has barely been researched. The approach to the real world through VR-stimulated environments is supposed to support the learning of new motor-movements and thus counteract mobility restrictions.

Aim

The aim of this work is to evaluate the effects of VR-based-balance-training on gait in patients with MS. The Timed-up-and-go (TUG) and Berg-Balance-Scale (BBS) serve as objective parameters.

Methods

The literature search for the present literature review was conducted in CINAHL Complete and MEDLINE. Based on defined inclusion and exclusion criteria, three studies were selected to answer the research question.

Results

In the comparison between the intervention- and control group, both TUG and BBS improved significantly in only one of the three studies. The pre-post-comparison in the intervention group presents the effects independent of a control intervention. The TUG improved significantly in both and the BBS in one of the two studies that made this comparison.

Conclusion

The results of the main studies show a trend towards positive effects of VR-based-balance-training. Due to the lack of evidence in the main studies, no conclusive evaluation of the effects can be made.

Keywords

Multiple Sclerosis, physical therapy, virtual reality

1 Einleitung

Multiple Sklerose (MS) ist eine entzündlich-degenerative Erkrankung des Zentralnervensystems (ZNS), welche erstmals im 19. Jahrhundert beschrieben wurde (Kersten, 2015). Die Ätiologie und Pathogenese ist trotz technischem Fortschritt und zahlreichen Forschungsarbeiten bis heute nicht eindeutig geklärt (Kersten, 2015).

Laut Schmidt et al. (2018) leiden schätzungsweise 2.5 Millionen Menschen weltweit an MS. Aufgrund des schwer vorhersehbaren Krankheitsverlaufes und der grossen Bandbreite von möglichen Symptomen stellt die Erkrankung sowohl für die direkt Betroffenen als auch für das soziale Umfeld eine grosse psychische und physische Belastung dar (Kersten, 2015).

Das mit Abstand häufigste Symptom von Menschen mit MS ist die Beeinträchtigung der Gehfähigkeit, worunter ca. 85 % der Betroffenen leiden (Maggio et al., 2019; Schmidt et al., 2018). LaRocca (2011) spricht dabei von der bedeutendsten Limitation für Patientinnen und Patienten mit MS. Dies geht einher mit einer Beeinträchtigung der Koordination sowie des Gleichgewichts (Maggio et al., 2019). Letztere tritt oft als Folge der Demyelinisierung des Vestibularnervs oder dessen Kerngebieten auf (McConvey & Bennett, 2005). Die Beeinträchtigungen, vor allem des Gleichgewichts und des Ganges, stehen in enger Verbindung mit einem erhöhtem Sturzrisiko.

Da derzeit keine kurative Therapie für MS existiert, ist die motorische Rehabilitation sehr wichtig und unumgänglich (Ortiz Gutiérrez et al., 2013). Kersten (2015) berichtet von zahlreichen Untersuchungen, welche den positiven Einfluss eines regelmässigen sportlichen Trainings auf die Motorik und den Krankheitsverlauf von Patientinnen und Patienten mit MS aufzeigt.

Problematisch ist jedoch, dass herkömmliche Trainingsstimuli weit entfernt von alltäglichen Tätigkeiten und meist zu einfach gestaltet sind. Simulierte Umgebungen, beispielsweise durch Virtual Reality (VR), versprechen hier eine Verbesserung. Die Annäherung an die reale Welt durch VR-simulierte Übungen wie „Gehen auf unebenem oder rutschigem Untergrund“ oder „Spazieren in einer überfüllten Fussgängerzone“ setzten adäquatere Reize und liefern ein unmittelbares Leistungsfeedback, was das

Erlernen neuer motorischer Bewegungsstrategien unterstützt und die Patientinnen und Patienten motiviert (Kalron et al., 2016).

1.1 Begründung der Themenwahl

In den letzten Jahren ist die Wirksamkeit von VR als therapeutisches Mittel zu einem interessanten Forschungsthema in der Neurorehabilitation geworden (Peñasco-Martín et al., 2010). So werden in der Literatur diverse positive Ergebnisse von VR-Balancetraining bei älteren Menschen, bei Betroffenen eines Schlaganfalls und bei Menschen mit Morbus Parkinson beschrieben (Duque et al., 2013; Mirelman et al., 2013; Yang et al., 2011). VR im Zusammenhang mit dem Krankheitsbild MS wurde im Gegensatz dazu erst wenig erforscht, weshalb der Ansatz dieser Arbeit darin liegt, gezielt Literatur zu analysieren und zusammenzufassen.

Die Autorinnen dieser Bachelorarbeit haben sich aufgrund einer nahestehenden an MS erkrankten Person und dem allgemeinen Interesse an neurologischen Krankheitsbildern sowie dem heutigen Aufsehen von VR in der Gesellschaft zur Bearbeitung dieses Themas entschieden.

1.2 Problemstellung

Laut Schmidt et al. (2018) sind Mobilitätseinschränkungen, welche sich vor allem durch Störungen des Gleichgewichts sowie der posturalen Kontrolle zeigen, die häufigsten Symptome unter denen Patientinnen und Patienten mit MS leiden. Laut Ellis et al. (2013) ist das Gleichgewicht bereits in frühen Krankheitsstadien beeinträchtigt, was gemäss Ortiz Gutiérrez et al. (2013) der Hauptverursacher für die, im Vergleich zu Gesunden, 50 % höhere Sturzrate ist. Die Physiotherapie nimmt eine Schlüsselposition in der multidisziplinären Rehabilitation ein, denn dadurch werden sowohl motorische Defizite verbessert, als auch die allgemeine Mobilität, Ausdauer und körperliche Leistung gesteigert (Schmidt et al., 2018). Viele der Behandlungsinterventionen wie beispielsweise Parcours oder Gleichgewichtstrainings auf unebenem Boden haben zum Ziel, die Sicherheit beim Gehen und somit im Alltag der Patientinnen und Patienten zu gewährleisten. Mittels VR-unterstützter Übungen wird das Erleben von potenziell gefährlichen oder ökonomisch schwer umsetzbaren Umgebungen ermöglicht. Dies

vergrössert das klinische und therapeutische Spektrum der bisherigen Standard-Rehabilitation und bietet dadurch den Teilnehmenden ein individuelles Training, zugeschnitten auf deren Hauptprobleme, Symptome und Bedürfnisse (Borrego et al., 2016).

1.3 Zielsetzung und Fragestellung

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, die Effekte eines VR-gestützten Balancetrainings auf das Gleichgewicht im Gang von Patientinnen und Patienten mit MS anhand einer Literaturrecherche zu evaluieren. Als objektive Parameter dienen dabei die Testverfahren Timed-up-and-go (TUG) und Berg Balance Scale (BBS).

Die daraus abgeleitete Fragestellung lautet: Welchen Effekt hat ein Balancetraining mit einem Virtual Reality Tool auf die Gangsicherheit von Patientinnen und Patienten mit Multipler Sklerose?

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Multiple Sklerose

2.1.1 Definition

Multiple Sklerose (Encephalomyelitis disseminata) wird von Kersten (2015) als eine „chronisch-entzündliche, neurodegenerative Erkrankung des zentralen Nervensystems“ definiert. Es handelt sich vermutlich um eine Autoimmunkrankheit, wobei das körpereigene Abwehrsystem Zellen im Gehirn, Rückenmark und in den Hirnnerven schädigt (Krämer, 2012). Die genaue Ursache der Erkrankung ist bislang unbekannt (Kersten, 2015).

2.1.2 Epidemiologie

Demografische Faktoren

Die Krankheit manifestiert sich in den meisten Fällen im Alter zwischen 20 und 40 Jahren, wobei das Durchschnittsalter bei Erstmanifestation 25 Jahre beträgt (Schmidt et al., 2018). Das Auftreten erster Anzeichen von MS bei Kindern bis zum 15. Lebensjahr und bei Erwachsenen nach dem 60. Lebensjahr sind mit einer 5 % Wahrscheinlichkeit zwar vergleichsweise selten, dennoch möglich (Krämer, 2012).

MS kommt mit einem Frauenanteil von 2.3 : 1 überwiegend in der weiblichen Bevölkerung vor (Kersten, 2015). Die Ursachen dieser geschlechterspezifischen Unterschiede sind bislang ungeklärt. Vermutet wird ein Einfluss der weiblichen Sexualhormone auf die Immunantwort (Schmidt et al., 2018) und eine genetisch bedingte Anfälligkeit (Kersten, 2015).

Prävalenz

MS ist die häufigste neurologische Krankheit, die zu bleibenden Behinderungen führt und die häufigste chronisch-entzündliche Erkrankung des Nervensystems (Krämer, 2012).

Die Prävalenzraten folgen einem Gradienten, der vorgibt, dass MS in Äquatornähe seltener und in Richtung der Pole vermehrt vorkommt (Kersten, 2015). Im globalen Vergleich sind die Kontinente Europa, Nordamerika und Australien am Häufigsten

betroffen. Im europäischen Vergleich haben Skandinavien mit 50–105 Betroffenen pro 100'000 Einwohner und Einwohnerinnen, und Grossbritannien mit 87–287 Betroffenen pro 100'000 Einwohner und Einwohnerinnen die weitläufigste Verbreitung (Schmidt et al., 2018; Kersten, 2015).

Die Schweizerische Multiple Sklerose Gesellschaft geht zum jetzigen Zeitpunkt von landesweit rund 15'000 Betroffenen aus, was etwa jeder/jedem 560. Einwohnerin/Einwohner entspricht (Schweizerische Multiple Sklerose Gesellschaft, 2020). Da sich eine frühzeitige und verlässliche Diagnose oftmals schwierig gestaltet sowie der Zeitraum bis zur definitiven Diagnose durchschnittlich 3.4 Jahre beträgt, liegen die tatsächlichen Zahlen der erkrankten Personen höchstwahrscheinlich höher (Krämer, 2012; Kersten, 2015).

2.1.3 Pathogenese

Bei Betrachtung der epidemiologischen Daten in Kapitel 2.1.2 scheint es möglich, dass eine Art Wechselspiel aus Umweltfaktoren und eine gewisse genetisch bedingte Anfälligkeit zur Entstehung von MS beitragen könnten. Die primäre Ursache ist weiterhin unbekannt. Allerdings ist unstrittig, dass frühzeitig im Krankheitsverlauf immunologische Prozesse Gewebeschäden und neurologische Ausfälle verursachen (Kersten, 2015).

Laut Schmidt et al. (2018) wandern Immunzellen aus dem Blut ins ZNS, welche in der Akutphase eine entzündliche Umgebungsreaktion mit leichtem Ödem entwickeln. Diese physiologisch, auch beim gesunden Menschen existierenden Immunzellen, richten sich bei Patientinnen und Patienten mit MS gegen die eigenen Proteine in den neuronalen Markscheiden und werden daher als autoreaktive Immunzellen bezeichnet. Laut Kersten (2015) liegt die Ursache dieser Immunzell-Invasion aus dem Blut ins ZNS in einer Schädigung der Blut-Hirn-Schranke, welche infolge der Entzündungsreaktionen permeabel für zelluläre Blutbestandteile wie Makrophagen sowie T- und B-Lymphozyten wird. Diese eingewanderten Immunzellen lassen an den jeweiligen Stellen durch die Ausschüttung von Zytokinen entzündliche Herden, die sogenannten fokalen Plaques, entstehen. Dabei kommt es zum Verlust von Markscheiden im Sinne einer Demyelinisierung sowie zu neuronalen und axonalen Schädigungen bis hin zum

Axonverlust (Schmidt et al., 2018). Durch diese pathologische Veränderung wird die elektrische Impulsweiterleitung gestört, was zu Funktionsausfällen in den zugehörigen Arealen führt. Im weiteren Krankheitsverlauf zeichnet sich MS durch Verlust an ZNS-Gewebe im Sinne einer Atrophie aus, welche mittels Bildgebung nachweisbar ist (Kersten, 2015).

Trotz der fortschreitenden Entzündungsreaktion und dem weiteren Myelinzerfall befinden sich bereits wenige Tage nach der stattgefundenen Entmarkung eine hohe Dichte an myelinproduzierenden Oligodendrozyten im ZNS. Diese Zellen dienen der Remyelinisierung und setzen damit erste Reparaturvorgänge in Gang. Ob und wie gut die erneute Myelinherstellung stattfinden kann, hängt sowohl vom Ort als auch vom Ausmass des Myelinzerfalls ab. In den meisten Fällen unterliegen jedoch die Reparaturvorgänge der Krankheitsaktivität, weshalb Symptome bestehen bleiben (Schmidt et al., 2018).

Auch wenn MS bislang als eine Erkrankung der weissen Substanz gilt, ist insbesondere im chronischen Krankheitsstadium der relative Befall der grauen Substanz grösser und das Grosshirn, der Kleinhirnkortex sowie tiefe Kerngebiete prozentual bevorzugter von Entmarkungsherden betroffen. Laut Schmidt et al. (2018) ist heute bekannt, dass die Schäden der grauen Substanz für die teilweise fortbestehenden Behinderungen von Patientinnen und Patienten mit MS verantwortlich sind.

2.1.4 Verlaufsformen und klinische Symptome

MS, auch bekannt als die Krankheit mit tausend Gesichtern, zeigt einen höchst variablen Krankheitsverlauf, welcher im Einzelfall nur sehr schwierig vorhersehbar ist. Während die Erkrankung bei einigen durch einen einzigen Schub ohne nennenswerte neurologische Defizite auftritt, führt sie bei anderen zu raschen, progredient eintretenden und schweren Behinderungen (Schmidt et al., 2018). Laut Kersten (2015) und Schmidt et al. (2018) sind folgende Verlaufsformen allgemein anerkannt:

- Der schubförmig remittierende Verlauf (RRMS), welcher bei 80 % der MS-Betroffenen vorkommt und charakterisiert ist durch klare Schübe mit teilweiser oder vollständiger Remission. In den Intervallen zwischen den Schüben findet keine Krankheitsprogression statt.

- Der primär chronisch-progrediente Verlauf (PPMS), definiert durch eine progrediente Verschlechterung ab Krankheitsbeginn, ohne vorhergehenden schubförmigen Verlauf. Geringfügige Verbesserungen und gelegentliche Plateaus sind im Krankheitsverlauf möglich.
- Der sekundär chronisch-progrediente Verlauf (SPMS), welcher in den meisten Fällen nach einem jahrelangen schubförmigen Krankheitsverlauf eine progressive Verschlechterung mit oder ohne gelegentliche Schübe zeigt. Ähnlich wie beim PPMS sind auch hier geringfügige Remissionen und Plateaus möglich.

Da bei MS sogenannte entzündliche Herden an den unterschiedlichsten Lokalisationen im ZNS auftreten, sind die Symptome sehr vielseitig. Laut Kersten (2015) zeigen sich bei 40 % der MS-Erkrankten sensorische Störungen, bei 39 % motorische, bei 15 % ein Schmerzsyndrom und bei 10 % kognitive Einschränkungen. Schmidt et al. (2018) nennt folgende typische Symptome: spastische Paresen, Extremitäten- und Gangataxie, zentrale Visusminderung, Doppelbilder, Parästhesien, Dysarthrie sowie Blasen- und Sexualstörungen. Kersten (2015) zufolge, stehen im Anfangsstadium der Erkrankung motorische Symptome wie Ermüdung, Schwere- und Spannungsgefühl in den Beinen, sowie Stolpern über Hindernisse im Vordergrund. Darauf folgend zeigt sich ein abnormes Gangbild mit Spitzfussstellung, im weiteren Verlauf spastische Paraparesen und Störungen der Feinmotorik, welche sich in Ungeschicklichkeit zeigen. Im fortgeschrittenen Krankheitsstadium sind die Folgen der MS-Erkrankung Immobilität, Schmerzen und die Gefahr von Sekundärkomplikationen wie Kontrakturen und Dekubitalulzerationen. Das Stadium der MS-Erkrankung wird mittels der EDSS-Skala von 0-10 beschrieben. Die EDSS steht für Expanded Disability Status Score und wird zur Beschreibung des Masses an Beeinträchtigung benutzt. Mit dem EDSS bewertet die Ärztin/der Arzt anhand einer standardisierten neurologischen Untersuchung acht Funktionssysteme (Schweizerische Multiple Sklerose Gesellschaft, 2021).

Laut Kersten (2015) zeigen die Symptome von MS-Erkrankten nicht nur interindividuelle Unterschiede, sondern auch intraindividuelle. So scheint die Tagesform, in Abhängigkeit von äusseren Faktoren wie beispielsweise Lufttemperatur oder beruflichen und familiären Stressoren, stark zu variieren.

2.2 Virtual Reality Therapie

Virtuelle Realität ist eine relativ neue Technologie, welche unter anderem im Bereich der physischen Rehabilitation ihre Anwendung findet. VR bietet drei wichtige Komponenten des motorischen Lernens: Wiederholung, Motivation und Feedback (De Keersmaecker et al., 2019).

2.2.1 Definition

Laut De Keersmaecker et al. (2019) kann VR definiert werden als „eine künstliche, computergenerierte Simulation oder Schaffung einer realen Umgebung oder Situation, die der Benutzerin/dem Benutzer die Navigation und Interaktion mit ihr ermöglicht“.

Ein wichtiges Merkmal von VR ist laut De Keersmaecker et al. (2019) der Grad der Immersion. Immersion, auch Eintauchen genannt, beschreibt den durch eine virtuelle Umgebung hervorgerufenen Effekt, der das Bewusstsein des Nutzers soweit in den Hintergrund treten lässt, dass die virtuelle Umgebung als real empfunden wird. Basierend auf dem Grad der Immersion können VR-Systeme in drei Kategorien eingeteilt werden: vollständig immersiv, semi-immersiv und nicht immersiv. In vollständig immersiven VR-Systemen werden die Benutzerinnen und Benutzer vollständig integriert, indem die Wahrnehmung der realen Welt, zum Beispiel durch die Verwendung eines Head-Mounted-Displays (HMD), blockiert wird. Semi-immersive und nicht immersive VR-Systeme lassen die Benutzerin/den Benutzer sowohl die reale Welt als auch die virtuelle Welt wahrnehmen. So werden Grossbildmonitore, Projektionen oder mehrere Fernsehbildschirme als semi-immersiv eingestuft, während ein einzelner Fernsehbildschirm ein Beispiel für ein nicht immersives VR-System darstellt. Umso höher die Immersion, desto stärker das Gefühl der physischen Präsenz, was der Anwenderin/dem Anwender erlaubt, realistischer zu reagieren (De Keersmaecker et al., 2019).

2.2.2 Neurophysiologische Mechanismen von VR

Das menschliche Gleichgewicht wird durch die Koordination von drei Hauptsystemen erreicht: Visus, Vestibulärorgan und Somatosensorik. Bei Beeinträchtigungen des Gehirns ist die Funktion eines oder mehrerer dieser Systeme teilweise oder ganz gestört. Die Zuweisung sensorischer Inputs ans Gehirn kann dann durch die noch

funktionierenden Systeme kompensiert werden (Nancy, 1980; Walker et al., 2010). Virk und McConville (2006) gehen davon aus, dass diese Adaption in einer virtuellen Welt wie auch im täglichen Leben stattfindet.

VR wirkt auf alle drei Systeme. Die Wirkungsweisen sind jedoch noch nicht abschliessend geklärt (Huang et al., 2014). Durch das visuelle Feedback bei der Nutzung von VR werden neurale Vernetzungen in unabhängigen kortikalen Regionen vermehrt. Es wird angenommen, dass visuelle Informationen das Potenzial zur Reorganisation von sensomotorischen Schaltkreisen haben (Lewis & Van Essen, 2000; Lewis et al., 2005; Stepniewska et al., 2005). Beispielsweise können Schlaganfall Patientinnen und Patienten durch visuelles Feedback ihren Körperschwerpunkt anpassen und so ihren Stand kontrollieren (Srivastava et al., 2009).

Der Einfluss von VR auf das Vestibularorgan ist noch wenig erforscht. Zu den Aufgaben des zentralen vestibulären Systems zählt unter anderem die Koordination der visuellen Wahrnehmung bei Kopfbewegungen. Die Verschaltung zwischen dem vestibulären System und der Okulomotorik wird als vestibulookulärer Reflex bezeichnet. Bei diesem Reflex handelt sich um eine bei Kopfbewegungen erfolgende Blickbewegung zur Gegenseite, die eine Blickfixierung ermöglicht (Amboss, 2020). Theorien ziehen Verbindungen zwischen VR und diesem Reflex. VR soll eine vermehrte Stimulation und Adaption des Reflexes erreichen (Viirre & Buskirk, 2000). Fetter und Zee (1988) konnten anhand von Tierexperimenten zeigen, dass visuelles Training der Schlüssel zur Erholung von vestibulären Dysfunktionen ist. Andere klinische Tests bestätigen diese Resultate (Huang et al., 2014).

Durch ein VR-gestütztes Laufbandtraining erhalten Patientinnen und Patienten vermehrte propriozeptive Informationen. Dadurch wird die Weiterleitung der Rezeptorinformationen verstärkt, was die Mobilität und Gleichgewichtsfähigkeit positiv beeinflusst (Pan et al., 2011).

Einige Studien haben gezeigt, dass einer der wichtigsten Hirnareale für die Gleichgewichtsfähigkeit der Präfrontale Kortex ist (Nancy, 1980; Virk & McConville, 2006; Walker et al., 2010; Bolton et al., 2012). Zusätzlich haben Mihara et al. (2008) eine Beteiligung des Parietalen-, Prämotor- und Motorkortex beider Hemisphären

beobachtet. Ob VR die nutzungsabhängigen Plastizitätsprozesse dieser Bereiche steigert und so die funktionelle motorische Kontrolle fördert, ist fraglich (Maggio et al., 2019). Maggio et al. (2019) berichtet darüber, dass plastische Veränderungen in höheren sensomotorischen Bereichen, welche zum Spiegelneuronensystem gehören, verstärkt werden. Die Beobachtung einer Handlung, selbst wenn sie simuliert wird, rekrutiert gespeicherte motorische Programme, welche die Wiederherstellung von bislang gestörten Bewegungsausführungen fördern. Das Beobachten eines Avatars beim VR-Training, welcher die jeweilige Performance der Patientin/des Patienten imitiert, aktiviert diese Spiegelneuronen (Buccino et al., 2006). Es wird diskutiert, dass das direkte visuelle Feedback durch den VR-Avatar eine sofortige Selbstkorrektur bewirkt und so die Aktivierung der neuralen Plastizität erleichtern könnte (Cameirao et al., 2010). Eine andere mögliche Erklärung für die postulierten neuroplastischen Anpassungen durch das VR-Training ist die hohe Anzahl an Wiederholungen und die Aufgaben orientierte Anwendung mit grosser Variabilität (Shumway-Cook & Woollacott, 2017).

Bei der Langzeitbehandlung von chronischen Patientinnen und Patienten ist es besonders wichtig, innovative Methoden zur Steigerung der Adherence zu verwenden. Interventionen, die die Motivation und die Freude wecken, haben grösseres Potential funktionelle Fortschritte zu erzielen (Snook & Motl, 2009). Die wahrgenommene Anstrengung wird durch den spielerischen Effekt reduziert und die Patientinnen und Patienten bewegen sich müheloser und regelmässiger (Maggio et al., 2019). Das extrinsische Feedback über Ergebnisse und Leistung ist dabei von hoher Relevanz (Cano Porras et al., 2018).

Abhängig vom Detailgrad und der Realitätsnähe können virtuelle Simulationen durch den Immersionseffekt bei den Patientinnen und Patienten einen Zustand höherer Aufmerksamkeit hervorrufen (Leins et al., 2007). Hier wird vermutet, dass die Erhöhung der Aufmerksamkeit eine allgemeine Effektivitätssteigerung nach sich zieht oder gar zu einer Verstärkung der gewünschten Hirnaktivität führen kann (Wiederhold & Wiederhold, 2005). Die Ergebnisse verschiedener Studien bestätigen zu grossen Teilen diese Vermutung (Rothbaum et al., 2000; Pine et al., 2002; Wiederhold & Wiederhold, 2005; Maguire et al., 2006; Mueller et al., 2012).

Im Zusammenhang mit VR wird weiter die Gewöhnungstheorie umschrieben. Durch repetitives provozieren von Symptomen gewöhnt sich der Mensch daran und reagiert durch sensorische Anpassungen im ZNS mit einer Symptomreduktion (Norré & Beckers, 1989). So kann beispielsweise das Symptom Angst beim Einsteigen in einen Bus durch repetitives, simuliertes Üben im VR-gestützten Training reduziert werden.

2.2.3 Vorteile von VR-Therapie

Der Einsatz von VR in physischen Rehabilitationsprogrammen bietet mehrere Vorteile. Zum einen ermöglicht VR-Therapie die Simulation von Umgebungen und damit Therapiesettings, welche im echten Leben aus gefahrenstechnischen, finanziellen oder anderen Gründen nicht realisierbar wären. Zum anderen gewährleistet die VR-Therapie eine lückenlose Sicherheit durch diverse Vorrichtungen und die anwesende Kontrolle von Therapeutinnen und Therapeuten. Weiter bieten diese virtuellen Umgebungen die Möglichkeit, reale Situationen wie zum Beispiel „das Einkaufen von Lebensmitteln in einem Supermarkt“, in das Krankenhaus oder die Physiotherapie zu überführen (De Keersmaecker et al., 2019).

Durch die technische Herstellung dieser Therapiesettings, können sie jederzeit verändert werden, was zu einem hohen Mass an Individualisierung führt (Tieri et al., 2018). Zusätzlich weist VR das Potenzial auf, die Motivation der Patientinnen und Patienten durch spannende und unterschiedliche Umgebungen sowie spielerische Akzente zu steigern, was zu mehr Wiederholungen und längeren Trainingszeiten führt und letztlich die Therapietreue der Patientinnen und Patienten verbessert (Kalron et al., 2016; De Keersmaecker et al., 2019; Tieri et al., 2018).

2.2.4 Stand der Forschung: VR-Therapie bei MS

Trotz diverser Studienergebnissen bleibt die Frage der klinischen Wirksamkeit von VR auf die Gleichgewichts- und Gangfähigkeit von Patientinnen und Patienten mit MS noch offen (Maggio et al., 2019). Vergleicht man das VR-Balancetraining mit konventionellem Gleichgewichtstraining, wurden gemäss Review von Maggio et al. (2019) nur in zwei von fünf Studien signifikante Unterschiede zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe beobachtet.

Laut Massetti et al. (2016) entwickelte sich die VR-Therapie in der Vergangenheit zu einer der beliebtesten Therapieformen in der Neurorehabilitation. Die Ergebnisse von Massetti et al. (2016) zeigen auf, dass VR-basierte Interventionen sowohl eine Verbesserung des Gleichgewichts als auch der Gangsicherheit zeigten. Durch diverse VR-Trainings optimierten sich die sensorische Informationsverarbeitung und -integration und auch der posturale Kontroll- und Reaktionsmechanismus. Beides sind wichtige Bedingungen für die Gangsicherheit.

In der Metaanalyse von Casuso-Holgado et al. (2018) wurden diverse motorische Outcomes untersucht. Im Vergleich zur Gruppe ohne jegliche Intervention erzielte die VR-Therapie in den Variablen posturale Kontrolle, Gehgeschwindigkeit, Mobilität und Bewältigen von Hindernissen signifikant bessere Resultate. Im Vergleich zu konventionellem Gleichgewichtstraining hingegen, ist sich die Literatur laut Casuso-Holgado et al. (2018) nicht einig über die Signifikanz der Ergebnisse.

Die bisherige Forschungsgrundlage unterstützt, dass das VR-Training als mindestens genauso effektiv wie konventionelles Gleichgewichtstraining und effektiver als keine Intervention zur Verbesserung des Gleichgewichts und der Gangsicherheit bei Patientinnen und Patienten mit MS angesehen werden kann (Casuso-Holgado et al., 2018).

2.3 Der Gang

Ein einheitliches Erscheinungsbild des Gehens ist nicht festzulegen. Faktoren wie Alter, Geschlecht, Körpergrösse, Gewicht und Massenverteilung sowie die psychische Verfassung spielen dabei eine Rolle, aber beispielsweise auch die Bodenbeschaffenheit, das Schuhwerk, die Umgebung, die Mode, die Aufgabe des Gehens und deren Komplexität (Perry, 1992).

2.3.1 Ganganalyse

Es ergibt sich eine grosse Variabilität des normalen Gehens, weshalb der Patientin/dem Patienten von der Norm abweichende Freiheitsgrade gewährt werden müssen. Bewegungs- und Neurowissenschaftlerinnen und -wissenschaftler wie Umphred et al. (2000) und Mulder und Appelman (2010) kommen in ihren Arbeiten auf folgende Aussage: Die therapeutische Aufgabe besteht zunächst darin, gemeinsam mit der Patientin/dem Patienten zu bestimmen, wo gegebenenfalls individuell erlaubte Abweichungen von der Norm liegen. Die über die individuell erlaubten Abweichungen hinausgehenden Defizite werden als pathologisch angesehen und bedürfen einer individuell angepassten Therapie. Die Kenntnis der Normwerte ermöglicht der Therapeutin/dem Therapeuten also, eine sachliche Befundung durchzuführen, eine individuelle Therapie zu entwickeln und den Erfolg der Behandlung zu evaluieren.

2.3.2 Gangsicherheit

Typische Gangbildveränderungen im Alter oder bei pathologisch bedingten Unsicherheiten sind die Verkürzung der Schrittlänge, die Vergrösserung der Spurbreite sowie die Verminderung der Gehgeschwindigkeit (Patla, 1995). Die zwei erstgenannten Massnahmen helfen das Gleichgewicht während des Gehens zu bewahren. Die Reduzierung der Kadenz führt zur Verlängerung der doppelt unterstützten Standphase (Götz-Neumann, 2016).

Pathologien zentralen Ursprungs, wie MS, schädigen unter anderem die motorische Kontrolle. Fehlgeleitete Muskelaktivitäten, das heisst eine zu den gewünschten Bewegungsabläufen unpassende Synchronisierung, resultieren aus Spastik und Fehlern in der Bewegungskontrolle. Die Intensität der Muskelaktivität kann aufgrund der

Spastik nicht variiert werden. Daher sind die Muskelaktivitäten verlängert oder verkürzt, zu früh oder verzögert, kontinuierlich oder fehlend (Perry, 1992). Spastik verhindert exzentrische Muskelaktivität. Dieser Zustand behindert je nach betroffener Muskulatur diverse Phasen des Ganges. Ein fließender Bewegungsablauf wird dadurch unmöglich (Götz-Neumann, 2016).

Kalron et al. (2010) machen darauf aufmerksam, dass die Gehfähigkeit durch konkurrierende kognitive Aufgaben im Sinne von Dual Tasks bei Patientinnen und Patienten mit MS, im Gegensatz zu Gesunden, bereits früh im Krankheitsverlauf abnimmt.

Des Weiteren haben Ängste aller Art einen grossen Einfluss auf das Bewegungsverhalten. Dabei kann es sich beispielsweise um Angst vor möglichen Schmerzen oder befürchtetem Versagen einer Funktion handeln. Es darf nicht unterschätzt werden, wie umfassend sich das gesamte zentrale motorische Programm bei Angst verändert. Der Angst gleichzustellen ist ein negatives Selbstbild der Patientin/des Patienten (Umphred et al., 2000).

2.3.3 Gleichgewicht

Das Gleichgewicht ist laut Ellis et al. (2013) eine grundlegende Voraussetzung für ein sicheres Gangbild und wird definiert als „Fähigkeit einer jeden Person, ihren Massenschwerpunkt innerhalb der Grenzen ihrer Stützbasis (statisches Gleichgewicht) oder während des Übergangs zu einer neuen Stützbasis (dynamisches Gleichgewicht) zu halten“. Das Gleichgewicht wird durch die Unterstützungsfläche, die Bewegungsrichtung und den Körperschwerpunkt bestimmt. Da jeder Mensch eine stabile Gleichgewichtslage anstrebt, ist die physiologische Reaktion auf eine Körperschwerpunktverschiebung, die Veränderung der Unterstützungsfläche oder dem beschleunigten Gewicht ein Gegengewicht entgegenzusetzen. Dieser automatisch ablaufende Mechanismus wird Gleichgewichtsreaktion genannt (Spirgi-Ganter & Suppé, 2014).

Das Gleichgewicht stellt eine komplexe multifaktorielle Motorik dar, generiert aus sensorischen Informationen des visuellen, vestibulären und somatosensorischen Systems. Zentral im menschlichen Gehirn wird die Auswahl geeigneter

Gleichgewichtsstrategien erörtert, welche zur Gewährleistung der posturalen Kontrolle über neuromuskuläre Reaktionen ausgeführt werden (Ellis et al., 2013). Die Komplexität des Gleichgewichts liegt darin, dass jegliche Kombination aus sensorischen, motorischen, vestibulären und/oder kognitiven Beeinträchtigungen diese Gleichgewichtskontrolle stört.

Das Gleichgewicht ist eine erlernte motorische Fähigkeit und ist somit trainierbar (Ellis et al., 2013). Das ZNS nimmt neue Gleichgewichtserfahrungen auf und prägt sich diese ein. Es verfügt somit nicht über starre Bewegungsabläufe, sondern versucht mittels diverser Strategien stetig den Körperschwerpunkt über einer Unterstützungsfläche zu kontrollieren (Spirgi-Ganert & Suppé, 2014). Das Training zur Verbesserung des Gleichgewichts umfasst Interventionen, die der Patientin/dem Patienten die Möglichkeit geben, diverse Strategien zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts in verschiedensten Kontexten zu üben und zu entwickeln. Die Übungen können statische oder dynamische Komponenten aufweisen. Die Durchführung von solchen Gleichgewichtsübungen erfordert die Auswahl und Aktivierung gezielter neuromuskulärer Reaktionen, um den eigenen Schwerpunkt innerhalb der Unterstützungsbasis respektive während des Übergangs zu einer neuen Unterstützungsbasis aufrechtzuerhalten. Beispiele für Gleichgewichtsübungen sind Aufgaben, in denen ein Teil der sensorischen Informationen entfernt oder erschwert werden. Beispiele hierfür sind Übungen mit geschlossenen Augen, Stehen auf instabilen Oberflächen, gleichzeitiges Erledigen mehrerer kognitiver Aufgaben (Ellis et al., 2013).

2.3.4 Verfahren zur Testung des Gleichgewichts im Gangbild

Timed-up-and-go (TUG)

Der 1991 publizierte Timed-up-and-go-Test stellt ein einfaches Testverfahren dar, um bei geriatrischen sowie neurologischen Patientinnen und Patienten die Mobilität zu beurteilen (Podsiadlo & Richardson, 1991).

Podsiadlo und Richardson (1991) konnten eine sehr gute Intratester- und Intertester-Reliabilität mit einem Intraklassen-Korrelationskoeffizient ICC von jeweils 0.99 aufzeigen.

Die inhaltliche Validität ist durch die gemessene Zeit, die die Patientin/der Patient für den Bewegungsauftrag braucht, gegeben. Die Konstruktvalidität basiert darauf, dass einzelne Komponenten des Tests schneller ausgeführt werden können, wenn die Patientin/der Patient über eine bessere Mobilität verfügt. Es besteht eine Voraussagevalidität bei neurologischen Krankheitsbildern (Podsiadlo & Richardson, 1991).

Der Grenzwert der Sturzgefährdung wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Es wird beschrieben, dass Patientinnen und Patienten, die weniger als 20 Sekunden brauchen eher selbständig mobil sind, zwischen 20 und 29 Sekunden eine Grauzone besteht und Patientinnen und Patienten, die mehr als 29 Sekunden brauchen, eher Hilfestellungen benötigen (Podsiadlo & Richardson, 1991). In einer anderen Studie konnte eine Unterscheidung bei 12 Sekunden für selbständiges Leben gegenüber einer Heimplatzierung berechnet werden (Bischoff, 2003). Bei alten Menschen (65–95 Jahren) ohne neurologische Erkrankungen, die länger als 14 Sekunden brauchen, besteht ein erhöhtes Sturzrisiko (Shumway-Cook et al., 2000).

Abbildung 1: Timed-up-and-go (HealthJade, 2019)

Aus urheberrechtlichen Gründen ist diese Abbildung nicht im öffentlich zugänglichen Werk vorhanden.

- Zeitaufwand: weniger als 5 Minuten
- Material: Stoppuhr, Stuhl, Streckenmarkierung
- Durchführung: Es wird die Zeit in Sekunden gemessen, die die Patientin/der Patient braucht, um vom Sitz auf einem normalen Stuhl (Sitzhöhe ca. 46 cm) mit Armlehnen aufzustehen, drei Meter zu gehen, umzudrehen, zurück zum Stuhl zu gehen und sich wieder hinzusetzen. Die Testperson soll die persönlichen Alltagsschuhe tragen und die gewohnten Hilfsmittel benutzen. Sie soll den Parcours in der für sie komfortablen und sicheren Geschwindigkeit zurücklegen. Es wird keine Hilfestellung gegeben. Die Ausgangsstellung ist folgendermassen standardisiert: Rücken angelehnt, Arme auf Armlehne platziert, Hilfsmittel in der Hand.
- Skalierung: Intervallskaliert, Subskalen < 20 Sekunden, von 20–29 Sekunden und > 29 Sekunden (Podsiadlo & Richardson, 1991)

Berg Balance Scale (BBS)

Seit den 90er Jahren gibt der BBS-Test Hinweise über vestibuläre Funktionen, Gleichgewichtssinn, Propriozeption, Sehen und Muskelkraft (Berg, 1989).

Mehrere Studien zeigten einen sehr guten bis ausgezeichneten ICC von durchschnittlich 0.98 für die Intertester-Reliabilität und 0.92 für die Intratester-Reliabilität (Schädler et al., 2020).

Die inhaltliche Validität ist gegeben, indem das Gleichgewichtsverhalten bei 14 verschiedenen Aktivitäten bewertet wird. Die Korrelation des BBS mit einer globalen Einschätzung (gut, mittel, schlecht) des Gleichgewichts durch die Therapeutin/den Therapeuten ist mässig ($r = 0.47\text{--}0.61$). Ebenso ist die Korrelation mit einer Selbsteinschätzung des Gleichgewichts durch die Patientin/den Patienten selbst nur moderat ($r = 0.39\text{--}0.41$) (Schädler et al., 2020).

Bei einer Punktzahl unterhalb von 45 Punkten beträgt das relative Risiko für wiederholte Stürze in den folgenden 12 Monaten 2.7 (95% Konfidenzintervall-CI: 1.5–4.9). Der Score von 45 Punkten scheint ein Grenzwert zu sein zwischen Personen, die sich sicher und unabhängig fortbewegen können und solchen, die eine genauere Hilfsmittelabklärung benötigen (Berg et al., 1992). In der Literatur werden jedoch unterschiedliche Grenzwerte ermittelt (Schädler et al., 2020). Es stellt sich die Frage, ob der von Berg (1989) vorgeschlagene Grenzwert für das Sturzrisiko zu hoch ist. Tiefere Grenzwerte scheinen das Sturzrisiko besser zu identifizieren. Chiu et al. (2003) erreichten mit dem Grenzwert von 38 Punkten die beste Sensitivität und Spezifität.

Abbildung 2: Fragebogen Berg Balance Scale
(Stefan Hägele-Link, 2009)

Aus urheberrechtlichen Gründen ist diese Abbildung nicht im öffentlich zugänglichen Werk vorhanden.

- Zeitaufwand: 15–20 Minuten
- Material: Stuhl
- Durchführung: Die Durchführung geschieht mittels Beobachtung der Ausführung von standardisierten Aufgaben (siehe Abbildung 2).
- Skalierung: Ordinalskalierung von 0 (nicht möglich) bis 4 (selbstständig),
Totalsumme von 0–56 Punkte

3 Methodik

Bei dieser Bachelorarbeit handelt es sich um ein Literaturreview, anhand dessen die Effekte eines VR-basierten Balancetrainings auf die Gangsicherheit von Patientinnen und Patienten mit MS dargelegt werden. Um diese Thematik aus möglichst vielseitigen Blickwinkeln darzustellen, haben sich die Autorinnen dieser Arbeit dazu entschlossen, diverse Literaturarten in die Arbeit miteinzubeziehen. In den nachfolgenden Unterkapiteln wird detailliert auf die Auswahl der Studien eingegangen.

3.1 Bearbeitung der Fragestellung

Die verwendete Literatur zur Erarbeitung des theoretischen Hintergrunds sowie zur Beantwortung der Fragestellung wurde in der Zürcher Zentralbibliothek, im Medizin Careum der Universität Zürich sowie in der Hochschulbibliothek der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften in Winterthur ausgeliehen. Ergänzende Literatur wurde online im NEBIS-Katalog der Datenbanken CINAHL Complete und MEDLINE sowie mit Hilfe von Google-Scholar gefunden.

3.2 Literaturrecherche

Die Literaturrecherche erfolgte im Zeitraum vom 01.05.2020 bis 31.08.2020. Wie im Folgenden genauer erläutert, erfolgte zunächst eine breitangelegte Suche in den Datenbanken. Die daraus resultierenden Studien wurden anhand von Ein- und Ausschlusskriterien selektioniert.

3.2.1 Suchergebnisse der Datenbanken

Die systematische Literaturrecherche zu dieser Arbeit erfolgte vorwiegend in der Datenbank CINAHL Complete. Über Advanced-Search wurden die Keywords „multiple sclerosis“ OR „MS“ durch den Booleschen Operator AND mit „virtual reality“ OR „VR“ OR „augmented reality“ kombiniert. Die zusätzliche Recherche über MEDLINE hatte keine ergänzenden Ergebnisse hervorgebracht. Aufgrund der verhaltenen Anzahl Treffer wurde auf weitere Eingrenzungen verzichtet und mit dem Selektionsprozess begonnen. MeSH-Terms wurden aufgrund der optimalen Suchergebnisse nicht

verwendet. Zusätzlich wurde die referenzierte Literatur in den ausgewählten Studien weiterverwendet.

- Searchhistory CINAHL Complete: (multiple sclerosis OR MS) AND (virtual reality OR VR OR augmented reality)
- Searchhistory MEDLINE:
 (multiple sclerosis OR MS) AND (virtual reality OR VR OR augmented reality)
 (multiple sclerosis OR MS) AND (virtual reality OR VR OR augmented reality) AND
 physiotherapy

Damit wurden 39 Studien in die engere Auswahl genommen, welche danach anhand von Ein- und Ausschlusskriterien weiter selektioniert wurden.

Tabelle 1: Keywords der Studiensuche

	Suchbegriff deutsch	Suchbegriff englisch	Synonyme
Population	– Multiple Sklerose	– multiple sclerosis	– MS – demyelinisierende Enzephalomyelitis
Phänomen	– Effekte auf Gangsicherheit	– effects on gait safety	– effects on gait pattern – effects on gait – effects on balance – effects on prevention of falling
Intervention	– Gleichgewichts-training mit einem Virtual Reality Tool	– balance training – virtual reality	– VR – augmented reality
Outcome	– Gangsicherheit – Gleichgewicht im Gangbild	– gait safety – balance in gait	– balance in gait pattern
Setting	– Physiotherapie	– physiotherapy – rehabilitation – therapy	– Therapie

3.2.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Zur möglichst exakten Beantwortung der Fragestellung wurden folgende Ein- und somit Ausschlusskriterien definiert:

Tabelle 2: Verwendete Einschlusskriterien der Studiensuche

Kriterium	Einschluss
Sprache	englisch- oder deutschsprachige Publikationen
Alter	Publikationen der letzten 10 Jahre
Forschungsdesign	Randomized Controlled Trial (RCT) im qualitativen oder quantitativen Design
Assessments	TUG und BBS
Virtual Reality Tool	verwendet
Ziel	Einfluss auf die Gangsicherheit und das Gleichgewicht

Zur Bearbeitung des theoretischen Hintergrundes wurden auch ältere Studien wie auch Literaturreviews und Artikel verwendet.

3.2.3 Selektionsprozess der Studien

Die Kriterien Sprache und Publikationsjahr wurden als Suchlimitationen eingeeengt. Studien mit einem Titel, der zur Thematik passt, wurden durch ihren Abstract beurteilt und auf die Einschlusskriterien überprüft. Die Details zum Selektionsprozess der Studien können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Tabelle 3: Selektionsprozess der Studien

Ausschlusskriterium	Ausgeschlossene Studien	Verbleibende Studien
Gesamt: 39 Dokumente		
Untersucht nur einen Teil der Fragestellung	11	28
Reviews	5	23
Zu kleine Pilotstudien	4	19
Retrospektive Studien	3	16

Doppelnennungen	7	9
Case-report	1	8
Untersucht anderes Phänomen	1	7
Durchführen einer anderen Intervention	4	3
Ausgewählte Studien		3

3.2.4 Hauptstudien

Nach Prüfung der 39 Suchergebnisse sind folgende drei Studien zur Weiterverwendung selektioniert worden:

Tabelle 4: Hauptstudien

Autoren	Titel	Jahr
Eftekharsadat, B., Babaei-Ghazani, A., Mohammadzadeh, M., Talebi, M., Eslamian, F., & Azari, E.	Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis	2015
Peruzzi, A., Zarbo, I.R., Cereatti, A., Della Croce, U., & Mirelman, A.	An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis	2016
Khalil, H., Al-Sharman, A., El-Salem, K., Alghwiri, A.A., Al-Shorafat, D., Khazaaleh, S., & Abu foul, L.	The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis (MS): A feasibility study	2018

3.3 Qualitätsprüfung der Studien

Die drei Hauptstudien wurden mit Hilfe des im Anhang präsentierten AICA-Rasters (Ris & Preusse-Bleuler, 2015) zusammengefasst und anschliessend auf ihre Güte hin geprüft und analysiert.

4 Resultate

Im folgenden Kapitel werden drei Hauptstudien zusammengefasst und kritisch gewürdigt. Als Grundlage dafür dienten vorgegebene Leitfragen des Arbeitsinstruments für ein Critical Appraisal (AICA), welche für jede Studie einzeln beantwortet wurden. Die vollständigen AICA-Raster der drei Hauptstudien werden im Anhang präsentiert. Die Studien werden am Ende dieses Kapitels mittels PEDro-Skala auf ihre Qualität geprüft.

4.1 Studie von Eftekharsadat et al. (2015)

Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis.

4.1.1 Zusammenfassung

Einleitung

Das Ziel dieser Studie ist es, die Wirksamkeit eines kurzzeitigen VR-basierten Gleichgewichtsprogramms auf die Gleichgewichtsfähigkeit von Patientinnen und Patienten mit MS zu untersuchen.

Eftekharsadat et al. (2015) zeigen auf, dass zum Zeitpunkt der Durchführung ihrer Studie erst wenige experimentelle Anwendungen existieren, die den Nutzen des VR-Trainings bei MS untersuchen. Allerdings erzielten vorgängige Studien vielversprechende Ergebnisse bei der Behandlung verschiedener anderer neuromuskulärer Erkrankungen. Basierend darauf stellten Eftekharsadat et al. (2015) die Hypothese auf, dass VR-basierte Gleichgewichtsinterventionen einen positiven Effekt auf die Gleichgewichtsfähigkeit von Patientinnen und Patienten mit MS haben.

Methodik

Die Studienpopulation wurde in den Jahren 2011 bis 2012 in der neurologischen Klinik in Tabriz im Iran rekrutiert. Es handelte sich um ambulante Patientinnen und Patienten im Alter zwischen 25 und 42 Jahren, welche an einer schubförmigen oder sekundär-progredienten MS leiden. Die Probandinnen und Probanden wurden mittels Zufallsprinzips entweder der Interventions- oder der Kontrollgruppe zugewiesen. Es wurden zufällig 40 Patientinnen und Patienten der Klinik ausgewählt, wovon 30 den

Einschlusskriterien entsprachen. Die Charakteristiken der Teilnehmerinnen und Teilnehmer kann der untenstehenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 5: Stichprobengruppen von Eftekharsadat et al. (2015)

	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
n = Anzahl	15	15
Altersdurchschnitt	33.4 Jahre	37.0 Jahre
Geschlecht m/f	5/10	3/12
BMI	24.2	24.9
Krankheitsdauer	5.8 Jahre	8.3 Jahre
Mobilität (TUG)	8.67	10.87

In der Studie von Eftekharsadat et al. (2015) wurden physiologische Messungen und gezielte Tests zur Einschätzung des Sturzrisikos durchgeführt. Die Daten wurden zweimal, zu Beginn der Studie und nach der zwölf-wöchigen Intervention, erhoben. Zur Datenerhebung wurden folgende Messinstrumente benutzt:

- Manuelle Muskeltests (MMT) zur Beurteilung der Muskelkraft
- TUG zur Beurteilung der Mobilität
- Ashworth-Skala zur Beurteilung der Muskelpastizität und des Muskeltonus
- Romberg-Test zur Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit
- BBS zur Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit
- Biodex Balance System-Test zur Beurteilung der Sturzgefahr und posturalen Stabilität. Der Test bewertet das statische und dynamische Gleichgewicht anhand üblicher Aufgaben wie zum Beispiel Stehen und Greifen.
 - FRi (=Sturzrisikoindex): Schwanken der Probandinnen und Probanden wird zur Berechnung des FRi verwendet / Plattform instabil
 - OSi (Gesamtstabilitätsindex): Schwanken der Probandinnen und Probanden wird zur Berechnung des OSi verwendet / Plattform stabil

Alle Probandinnen und Probanden der Interventionsgruppe absolvierten ein posturales Stabilitätstraining (PST) mit dem Biodex-Balance-System SD für 20 Minuten pro Sitzung, zweimal pro Woche über zwölf Wochen. Beim PST werden bestimmte Bewegungsmuster oder -strategien simuliert, indem die Probandinnen und Probanden versuchten neunmal pro Sitzung mit einem Bildschirmcursor Ziele zu berühren. Den Cursor manövierten sie mit ihren Beinen. Die Probandinnen und Probanden der Kontrollgruppe erhielten keine Intervention.

Alle statistischen Analysen wurden mit der Statistiksoftware SPSS Version 16.0 durchgeführt. Zwischen den Gruppen wurden die Werte mittels dem unabhängigen t-Test verglichen, die Daten vor und nach der Intervention anhand des gepaarten t-Test analysiert. Die Werte wurden innerhalb der Normalbereichsgrenzen umkodiert und die resultierenden kategorialen Daten wurden zwischen den Gruppen mit dem Chi-Quadrat-Test oder falls erforderlich mit dem exakten Test von Fischer verglichen. Die Forschenden legten ein statistisches Signifikanzniveau von < 0.05 fest.

Resultate

Im Vergleich zur Baseline-Messung hatte sich die Interventionsgruppe nach der zwölfwöchigen Intervention im TUG signifikant verbessert und diese Veränderung war im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant grösser. Ebenfalls gab es eine signifikante Verbesserung von FRi und OSi in der Interventionsgruppe. Auch diese Verbesserungen waren im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant.

Diskussion

Die Ergebnisse von Eftekharsadat et al. (2015) deuten darauf hin, dass VR-basierte Gleichgewichtstrainings effektiv und erfolgreich die Gleichgewichtsleistung von Patientinnen und Patienten mit MS verbessert.

Den Forschenden dieser Studie ist bewusst, dass sie vorwiegend subjektive Instrumente zur Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit der Probandinnen und Probanden gewählt haben, so dass die Beurteilung anfällig für Beobachtungsfehler ist. Des Weiteren erachten sie die zwölfwöchige Intervention als eher kurzfristig und beschreiben das Fehlen von Gleichgewichts-Trainingsprogrammen für zu Hause als eine Einschränkung der Studie.

Eftekharsadat et al. (2015) schlagen daher weitere Studien zur Wirkung des virtuellen Gleichgewichtstrainings bei Patientinnen und Patienten mit MS vor, um die Ergebnisse dieser Studie mit objektiven diagnostischen Tests in verschiedenen Settings zu bestätigen.

4.1.2 Kritische Würdigung

Die Studie von Eftekharsadat et al. (2015) beantwortet eine wichtige Frage der Berufspraxis und ebenso der vorliegenden Bachelorarbeit. Das Ziel der Studie ist klar definiert und wurde im Kontext vorhandener konzeptioneller und empirischer Literatur ausführlich dargestellt.

Die Ergebnisse können auf im Iran lebende erwachsene Personen mit MS, welche entweder an einer schubförmigen oder sekundär-progredienten Form leiden und den Charakteristiken der Probandinnen und Probanden entsprechen, übertragen werden.

Im Text wird nicht auf die Gefahren der internen oder externen Validität hingewiesen. Die interne Validität ist jedoch dadurch gegeben, dass die Probandinnen und Probanden randomisiert wurden und die Charakteristiken der Personen der Interventions- und Kontrollgruppe ähnlich waren, sodass anfangs von keiner Verfälschung ausgegangen werden kann. Positiv anzumerken ist, dass in der Studie darauf geachtet wurde, dass sowohl die Therapeutin/der Therapeut als auch die Untersucherin/der Untersucher geblendet sind. Es handelt sich bei der Studie von Eftekharsadat et al. (2015) um eine einfach verblendete randomisierte Studie, was bedeutet, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer nicht geblendet waren obwohl sie durch versiegelte Umschläge instruiert wurden. Das genaue Setting, sowie die Intervention im Detail, werden in der Studie nicht beschrieben, weshalb eine Verzerrung durch äussere Einflüsse nicht ausgeschlossen werden kann. So wird beispielsweise nicht klar, weshalb die VR-Intervention mit einer Plattformstabilität von sechs, jedoch die Messung mit einer Plattformstabilität von acht durchgeführt wurde. Bezüglich der externen Validität kann ein interaktiver Testeffekt nicht ausgeschlossen werden, da die Probandinnen und Probanden sich beispielsweise in der Postmessung stärker anstrengen konnten.

Weiter muss kritisiert werden, dass keine «sample size calculation» zur Ermittlung der Stichprobengrösse durchgeführt worden ist und die Stichprobengrösse von 15 Personen pro Gruppe sehr klein ist. Allerdings gab es in der Studie von Eftekharsadat et al. (2015) keine Drop-Outs und die Daten wurden von allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern komplett und vollständig erhoben.

Die Reliabilität und Validität der beiden für diese Bachelorarbeit relevanten Messinstrumente, TUG und BBS, sind dem Kapitel 2.3.4 zu entnehmen.

Die gewählten statistischen Verfahren werden nur bedingt sinnvoll auf die Skalenniveaus der Daten angewendet. Die erhobenen Variablen der Studie sind zu $\frac{3}{4}$ ordinal- und zu $\frac{1}{4}$ intervallskaliert. Sowohl der verwendete gepaarte t-Test als auch der unabhängige t-Test haben die Bedingung von mindestens intervallskalierten Variablen. Daher wäre der Mann-Whitney-U-Test sinnvoller gewesen, da dieser eine nicht-parametrische Alternative zum unabhängigen t-Test darstellt und für ordinalskalierte Daten geeignet ist.

In der Diskussion werden nicht alle Resultate diskutiert und weiter fehlen alternative Erklärungen.

Insgesamt ist anzumerken, dass die eher kleine Stichprobe keine Übertragung auf alle MS-Betroffenen ermöglicht. Zusätzlich weist die Studie bei einigen Kriterien der AICA-Analyse Unvollständigkeiten auf. Die grössten Schwächen der Studie bestehen im Nichterwähnen des Schweregrad der MS-Erkrankung (EDSS) der Probandinnen und Probanden und im Nichtdokumentieren der genauen Verteilung der MS-Arten (schubförmig und sekundär-progredient) auf die Interventions- und Kontrollgruppe, da dadurch auf keine gleichmässige Verteilung in den Stichproben geschlossen werden kann.

4.2 Studie von Peruzzi et al. (2016)

An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis.

4.2.1 Zusammenfassung

Einleitung

Das Ziel dieser Studie ist es, die Effekte zwei verschiedener sechs-wöchiger Laufbandtrainings (normales Laufbandtraining und VR-basiertes Laufbandtraining) auf Gangmessungen zu vergleichen.

Laut Peruzzi et al. (2016) führen die motorischen Probleme von Personen mit MS zur Verschlechterung der Gehfähigkeit. In Kombination mit der abnehmenden Fähigkeit Dualtasks zu bewältigen, sind diese Menschen einem höheren Sturzrisiko ausgesetzt. Um die Gangsicherheit im Alltag zu verbessern, ist ein Training mit gleichzeitig motorischen und kognitiven Aspekten notwendig. Das VR-Laufbandtraining hat bei Patientinnen und Patienten mit anderen neurologischen Erkrankungen diesbezüglich positive Ergebnisse gezeigt. Peruzzi et al. (2016) verfolgten deshalb die Hypothese, dass beide Trainings die motorischen Funktionen verbessern, das VR-basierte Training aber die motokognitiven Dualtask-Leistungen steigert.

Methodik

Die Studienpopulation wurde fortlaufend im Multiple Sklerose Center im Sassari University Hospital in Sardinien rekrutiert. Es handelt sich um Patientinnen und Patienten mit einem schubförmigen remittierenden MS-Verlauf, welche im Expanded Disability Status Scale (EDSS) zwischen drei und 5.5 Punkten und im Mini-mental State Examination Score 26 oder mehr Punkte erreichten, sowie in den letzten sechs Monaten vor Studienbeginn keinen Rückfall erlitten. Von den ursprünglich 31 rekrutierten Patientinnen und Patienten erfüllten 25 die Einschlusskriterien. Die Charakteristiken der Teilnehmerinnen und Teilnehmer kann der untenstehenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 6: Stichprobengruppen von Peruzzi et al. (2016)

	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
n = Anzahl	14	11
Altersdurchschnitt	43.6 Jahre	42.0 Jahre
Geschlecht m/f	6/8	4/7
Krankheitsdauer	11.8 Jahre	12.4 Jahre
EDSS	3.5	4.1

In der Studie von Peruzzi et al. (2016) wurden Beobachtungen und physiologische Messungen durchgeführt. Die Daten wurden zweimal, zu Beginn der Studie und nach der Intervention, erhoben. Zur Datenerhebung wurden folgende Messinstrumente benutzt:

Beobachtungen unter zwei Konditionen (Single-Task und Dual-Task)

- Zeitliche und räumliche Gangparameter: Tempo, Kadenz und Schrittlänge
- Range of motion (ROM) der unteren Extremität
- Maximale Muskelkraftentwicklung der Hüfte und des oberen Sprunggelenkes (OSG)

Physiologische Messungen

- 6-Minuten-Gehtest (6-MWD) zur Beurteilung der Ausdauer
- 10-Meter-Gehtest (10-MWT) zur Beurteilung des Tempos
- TUG zur Beurteilung der Mobilität
- BBS zur Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit
- Four-Square-Step-Test (FSST) zur Beurteilung des Umganges mit Hindernissen
- EDSS zur Klassifizierung von neurologischen Einschränkungen bei Menschen mit MS

Die Interventionsgruppe erhielt für sechs Wochen, dreimal pro Woche, ein VR-basiertes Laufbandtraining. Die Kontrollgruppe erhielt für sechs Wochen, ebenfalls dreimal pro Woche, ein normales Laufbandtraining. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erhielten während der Dauer der Studie keine konkurrenzierende Physiotherapie.

Für die Datenanalyse wurde die SPSS Version 20 verwendet. Vergleiche zwischen den Gruppen wurden durch ein generalisiertes lineares Modell (repeated measure analysis of variance - RM ANOVA) herbeigeführt. Unterschiede innerhalb der Gruppen wurden mit dem abhängigen t-Test analysiert. Für die zeitlichen und räumlichen Gangparameter wurde zusätzlich der unstandardisierte Koeffizient (B) ausgewiesen. Peruzzi et al. (2016) legten ein statistisches Signifikanzniveau von < 0.05 fest.

Resultate

Auf die Resultate der ROM und Kraftentwicklung wird nicht eingegangen, weil der begründete Bezug zur Fragestellung dieser Studie wie auch dieser Bachelorarbeit fehlt. Der Vergleich innerhalb der Gruppen zeigt, dass die drei Parameter Gangtempo, Kadenz und Schrittlänge durch beide Trainings signifikant verbessert wurden, und zwar im Single- wie auch im Dualtask. Zwischen der Kontroll- und Interventionsgruppe gibt es diesbezüglich jedoch keine signifikanten Unterschiede. Betrachtet man die klinischen Tests wurde in der Kontrollgruppe prä-post lediglich eine Signifikanz im 6-MWD beobachtet. In der Interventionsgruppe hingegen zeichnet sich beim 6-MWD, 10-MWT, TUG, FSST und beim BBS ein signifikanter Unterschied vor und nach dem VR-basierten Laufbandtraining ab. Analysiert man auch hier die Resultate zwischen den Gruppen, gibt es keine Signifikanzen.

Diskussion

Laut Peruzzi et al. (2016) ist das Ziel jeder Rehabilitation bei Patientinnen und Patienten mit MS die Verbesserung der Gangsicherheit und der Autonomie im Alltag. Die Durchführung beider Interventionen haben solche Tendenzen gezeigt.

Die Forschenden interpretieren, dass die während des VR-Trainings durchgeführten Aktivitäten zu einer insgesamt verbesserten Mobilität und zu einer besseren motorischen Kontrolle beitrugen, die sich auf die Alltagsleistungen übertrugen. Der EDSS zeigt eine Tendenz dazu auf. Diese Befunde haben die interessante Möglichkeit aufgeworfen, verschiedene Effekte in Abhängigkeit der Krankheitsschwere zu erzielen.

Die Forschenden gehen im Diskussionsteil nicht mehr auf die Forschungsfrage ein, diskutieren aber wesentliche Limitationen ihrer Arbeit. So handelt es sich in ihrer Studie um eine kleine Stichprobengrösse, die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden zu

Beginn nicht parallelisiert auf die Gruppen zugeteilt und es wurde kein Messinstrument zur Prüfung spezifischer Änderungen der kognitiven Funktion integriert.

Peruzzi et al. (2016) empfehlen daher für weitere Studien, dass diese den Aspekt mit sensitiveren Messungen erforschen sollten, um die Mobilität und das Sturzrisiko in dieser Population als Reaktion auf therapeutische Interventionen besser beurteilen zu können.

4.2.2 Kritische Würdigung

Aus Sicht der Autorinnen der vorliegenden Arbeit untersucht die Arbeit eine aus physiotherapeutischer Sicht relevante Frage der Berufspraxis. Das Thema wird mit vorhandener empirischer Literatur logisch dargestellt. Die Studie von Peruzzi et al. (2016) vergleicht den Effekt zweier Interventionen und gibt daher Aufschluss über den Erfolgsunterschied und nicht direkt über den alleinigen Effekt vom VR-basiertem Training.

Um die Stichprobengrösse zu bestimmen, wurde die verfügbare Evidenz für Laufbandtraining bei Menschen mit MS berücksichtigt. Mit der Hypothese einer mittleren Effektgrösse ($r=0.27-0.30$) war eine Stichprobe von 24 Teilnehmerinnen und Teilnehmer erforderlich, um einen Unterschied zwischen den Gruppen zu erkennen. Mit der angenommenen Dropout-Rate von 20 %, hat sich eine Gruppengrösse von je 15 Teilnehmenden ergeben. Die fünf Dropouts liegen im Rahmen dieser prozentualen Annahme. Da vier Dropouts aus der Kontroll- und ein Dropout aus der Interventionsgruppe stammen, ist die Gruppengrösse hinsichtlich der gesamten Anzahl Teilnehmerinnen und Teilnehmer ungleich.

Die Ergebnisse können auf Menschen mit MS aus Sardinien mit einem schubförmigen, remittierenden Verlauf mit minimaler bis mittlerer körperlicher Einschränkung und stabiler mentaler Gesundheit übertragen werden.

Die Forschenden erwähnen lediglich die kleine Stichprobe als mögliche Gefahr der externen Validität. Ein interaktiver Testeffekt kann auch bei dieser Studie aufgrund der Prä- und Postmessung nicht ausgeschlossen werden. Die Autorinnen der vorliegenden Bachelorarbeit begründen die interne Validität durch die computergenerierte

randomisierte Aufteilung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer auf die Kontroll- und Interventionsgruppe. Ausserdem wurde überprüft, dass sich die zwei Stichprobengruppen zum Zeitpunkt der Baseline nicht signifikant voneinander unterscheiden, und die Assessments wurden unter den gleichen Umständen und vom gleichen Assessor durchgeführt, welcher unabhängig war und die Gruppenzugehörigkeit der Teilnehmerinnen und Teilnehmer nicht kannte.

Durch die Anwendung einer Software wird die Ganganalyse bestmöglich standardisiert. Es wurden die renommiertesten Tests zur Objektivierung von Gangsicherheit und Gleichgewicht angewendet. Der EDSS bezieht sich explizit auf den Einschränkungsgangrad von Menschen mit MS. Die Reliabilität und Validität der Messinstrumente werden in der Studie jedoch nicht erwähnt. Die Reliabilität und Validität der zwei für die vorliegende Bachelorarbeit relevanten Messinstrumente (TUG und BBS) wurde von den Autorinnen im Kapitel 2.3.4 beschrieben.

In Bezug zur Hypothese, dass das VR-basierte Training einen grösseren Effekt auf die motokognitiven Leistungen hat als ein normales Laufbandtraining, ist die Datenerhebung mässig gut gewählt. Es fehlt die konkrete Messung der kognitiven Leistungen. Die statistischen Verfahren wurden hingegen sinnvoll angewendet und erlauben eine Beurteilung. Es werden Intra- und Intergruppenunterschiede sowie Prä- und Postunterschiede, separat für die zwei Konditionen Single- und Dualtask, aufgezeigt. Die Standardnormalverteilung wurde überprüft. Der abhängige t-Test zur Analyse der Unterschiede innerhalb der Gruppen ist nachvollziehbar. Die RM ANOVA zur Analyse der Unterschiede zwischen den Gruppen ist fraglich, weil nur eine Messwiederholung stattgefunden hat, dessen Verwendung jedoch ab mehr als 2 Stufen gilt. Ansonsten sind die Voraussetzungen für die RM ANOVA erfüllt. Der unabhängige t-Test oder eine ANCOVA-Analyse hätte in Betracht gezogen werden sollen.

Der Text umfasst nicht alle Signifikanzen, die in den umfänglichen Tabellen ausgewiesen sind und ist somit eher eine Ergänzung zu den Tabellen. Bei den zeitlichen und räumlichen Gangparameter geht man jedoch von Referenzwerten von gesunden Erwachsenen aus. Die Forschenden diskutieren nur einige der signifikanten Resultate und vernachlässigen die Interpretation der Resultate der einzelnen klinischen Tests komplett. Die Resultate dieser Studie werden von den Forschenden nicht soweit

interpretiert, dass eine Annahme oder Widerlegung der Hypothese hervorgeht. Jedoch wird das definierte Ziel, der Vergleich der beiden Interventionen, deutlich wiedergegeben.

Konkrete Stärken der Studie sind keine erwähnt. Die Schwächen werden allerdings detailliert in Form von Limitationen ausgewiesen. In Anbetracht des Studienumfangs sind sehr viele Messungen gemacht und analysiert worden. Die Sinnhaftigkeit aller erhobenen und ausgewerteten Daten ist nicht umfänglich gegeben.

4.3 Studie von Khalil et al. (2018)

The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis (MS): A feasibility study.

4.3.1 Zusammenfassung

Einleitung

Das Hauptziel dieser Studie ist es, eine Anzahl VR-Szenarios zur Behandlung von Gleichgewichtsdefiziten bei Menschen mit MS mittels preiswerter, kommerziell verfügbarer Plattformen (inklusive Microsoft Kinect Sensor und Wii Balance Board) zu entwickeln. Ein weiteres Ziel war es herauszufinden, welchen Einfluss der Gebrauch dieser Szenarios auf Gleichgewichts- und die Mobilitätsmesswerte wie auch auf die gesundheitliche Lebensqualität hat.

Methodik

Einige Teilnehmerinnen und Teilnehmer haben bereits bei früheren Studien mitgemacht und ihr Einverständnis gegeben, für weitere Studien kontaktiert zu werden. Zusätzlich wurden fortlaufend Patientinnen und Patienten des King Abdulla University Hospital in Jordanien rekrutiert, die einer routinemässigen neurologischen Untersuchung unterzogen wurden. Des Weiteren hat die Jordanische Multiple Sclerosis Society Informationen zur Studie verschickt und gewillte Personen zur Abklärung aufgefordert. Damit sind 78 Personen zur Eignungsabklärung angetreten, von denen 40 Menschen den Einschlusskriterien entsprachen. Analysiert wurde schliesslich eine Studienpopulation von 32 Patientinnen und Patienten mit einem schubförmigen

remittierenden MS Verlauf. Die Charakteristiken der Teilnehmerinnen und Teilnehmer kann der untenstehenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 7: Stichprobengruppen von Khalil et al. (2018)

	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
n = Anzahl	16	16
Altersdurchschnitt	40.0 Jahre	35.0 Jahre
Geschlecht m/f	4/12	6/10
Krankheitsdauer	8.3 Jahre	10.4 Jahre
EDSS	2.9	3.1

In der Studie von Khalil et al. (2018) wurden physiologische Messungen und Fragebogen durchgeführt. Die Daten wurden zweimal, vor und nach der Intervention, erhoben. Zur Datenerhebung wurden folgende Messinstrumente benutzt:

Physiologische Messungen

- TUG zur Beurteilung der Mobilität
- BBS zur Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit
- 3-Minuten-Gehtest (3-MWD) zur Beurteilung des Gleichgewichts und der Mobilität
- 10-MWT zur Beurteilung des Tempos

Fragebogen

- The-Falls-Efficacy-Scale-International zur Empfindung des Gleichgewichts und der Angst vor Stürzen
- The-Modified-Fatigue-Impact-Scale (MFIS) zur Beurteilung der Müdigkeit
- The-Short-Form-36 (SF36) zur Beurteilung der wahrgenommenen gesundheitlichen Lebensqualität
- Übungstagebuch
- Speziell erstellter Fragebogen zur Akzeptanz der VR Intervention für die Interventionsgruppe

Die Interventionsgruppe hat über sechs Wochen zweimal pro Woche im physiotherapeutischen Labor das VR-basierte Gleichgewichtstraining unter Aufsicht und Führung eines Physiotherapeuten absolviert. Der Schwierigkeitsgrad dieses Trainings wurde jeweils individuell gesteigert. Zusätzlich haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Interventionsgruppe einmal pro Woche ein gewöhnliches Gleichgewichtstraining zuhause gemacht. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Kontrollgruppe haben nach zwei Einführungssequenzen mit der Physiotherapeutin/dem Physiotherapeuten drei Mal wöchentlich selbstständig ein gewöhnliches Gleichgewichtstraining zuhause absolviert. Diese Übungen waren angelehnt an die VR-Szenarios, wobei die Teilnehmenden ein schriftliches Übungsblatt erhalten haben.

Zum Vergleich der Follow-up-Werte zwischen den beiden Gruppen wurden ANCOVA durchgeführt. Als Kovarianz gilt dabei der Baseline-Wert. Für alle Outcomes wurden, basierend auf den Unterschieden zwischen Baseline- und follow-up-Werten innerhalb der Gruppen, die Effektgrößen errechnet. Die Forschenden legten ein statistisches Signifikanzniveau von < 0.05 fest.

Resultate

Die Adhärenzrate der VR-Trainings war mit 67.81% hoch. Zwischen der Kontroll- und der Interventionsgruppe gab es signifikante Unterschiede in den Tests BBS, MFIS und bei einigen Rubriken des SF36.

Diskussion

Die Forschenden interpretieren, dass die im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikante Verbesserung im BBS möglicherweise auf die Rolle der Spiegelneuronen zurückzuführen ist. Eine andere Erklärung sehen die Forschenden in der Höhe der Repetitionen und dem aufgabenorientierten Training mit vielen Variationen.

Aufgrund der signifikanten Verbesserung des BBS-Scores glauben die Forschenden, dass die entwickelten Szenarios geeignet sind, um das Gleichgewicht von Patientinnen und Patienten mit MS zu verbessern.

Zusammenfassend stellen die Forschenden fest, dass diese Studie die Machbarkeit, die Akzeptanz und den potenziellen Nutzen von neuen VR-Szenarios, die spezifisch auf

Gleichgewichtsdefizite von Patientinnen und Patienten mit MS entwickelt wurden, aufzeigt. Allerdings handelt es sich laut Khalili et al. (2018) um eine Studie mit geringer Stichprobengrösse und einer relativ kurzen Interventionsphase, was die Generalisierbarkeit der Resultate einschränkt.

Weitere Studien sollen anhand längerer Interventionsphasen und mehreren Follow-ups die Nachhaltigkeit der Adhärenz und des Nutzens überprüfen. Zusätzlich sollen zukünftige Studien die Erforschung spezifischer Änderungen der kognitiven Funktionen gewährleisten, was zu einem besseren Verständnis für die Thematik führen könnte. Die Daten dieser Studie waren nötig, um eine zukünftige dritte Phase als definitiver Trial zu starten.

4.3.2 Kritische Würdigung

Die Thematik wurde im Kontext vorhandener empirischer Literatur in der Einleitung ausführlich dargestellt. Das Erarbeiten passender Szenarios ist von bedeutender Relevanz für die Praxisanwendung dieser Tools in der Physiotherapie. Da diese Studie den Effekt zweier Interventionen vergleicht, gibt sie Aufschluss über den Erfolgsunterschied und nicht direkt über den alleinigen Effekt vom VR-basierten Training. Dieser Vergleich ist jedoch praxisrelevant.

Die Stichprobengrösse ist für eine Pilotstudie angemessen. Die Ergebnisse können auf in Jordanien lebende erwachsene Personen mit MS mit einem schubförmigen remittierenden Verlauf, ohne weitere neurologische Erkrankungen, keinem akuten MS Schub und mit mittelmässigen körperlichen Einschränkungen übertragen werden.

Die Forschenden erwähnen weder die Gefahren der internen noch die der externen Validität. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden aufgrund ihrer Leistung im EDSS durch einen Minimisation-Prozess geschichtet und die Randomisierung erfolgte durch eine unabhängige Forscherin/einen unabhängigen Forscher, die/der nicht im Rekrutierungsprozess involviert war. Weiter ist die Untersucherin/der Untersucher unabhängig und kennt die Gruppenzugehörigkeit nicht. Allerdings werden Unterschiede zwischen der Kontroll- und Interventionsgruppe zum Zeitpunkt der Baseline nicht explizit erforscht. Die Rahmenbedingungen der Assessments werden nicht beschrieben und die Gruppen haben zwar eine vergleichbare Anzahl an Trainings erhalten, diese

jedoch nicht in einem vergleichbaren Setting. Dadurch, dass die interne Validität nicht zweifelsfrei gegeben ist, kann die externe Validität nicht abschliessen beurteilt werden. Die geringe Stichprobengrösse, die Involvierung von Teilnehmerinnen und Teilnehmern lediglich aus Jordanien und der aufgrund der Prä- und Postmessung nicht auszuschliessender interaktiver Testeffekt, können die externe Validität einschränken.

Sowohl die Reliabilität als auch die Validität der Messinstrumente werden in der Studie nicht erwähnt. Die für die Fragestellung relevanten Tests, TUG und BBS, sind im Kapitel 2.3.4 als reliabel und valide beschrieben worden.

Die ANCOVA zur Analyse der Unterschiede zwischen den Follow-up-Werten der beiden Gruppen, unter Berücksichtigung der Baseline-Werte als Kovarianz, ist nachvollziehbar. Zum Vergleich der beiden unabhängigen Mittelwerten hätte auch der t-Test für unabhängige Stichproben angewendet werden können. Alle Daten werden mit dem gleichen Verfahren analysiert unbeachtet welche Datenniveaus sie aufweisen. Für die ordinal-skalierten Datenniveaus ist die Anwendung des ANCOVA nicht indiziert. Der Mann-Whitney-U-Test hätte in Betracht gezogen werden sollen. Die restlichen Voraussetzungen zur ANCOVA sind gegeben und Effektgrössen können mit allen Datenniveaus errechnet werden. Da die Standardnormalverteilung nicht überprüft wurde und die ANCOVA nicht zu allen Datenniveaus der Messungen passt, erlauben die statistischen Angaben keine Beurteilung.

Die Interventionssettings der Kontroll- und Interventionsgruppe sind massgeblich unterschiedlich. Es ist anzunehmen, dass die Hürde ein Training im physiotherapeutischen Labor zu verpassen höher ist, als ein Training zuhause nicht zu absolvieren. Über die zuhause durchgeführten Trainings wird durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ein Übungstagebuch geführt. Die Datenerhebung zur Adhärenz kann durch Falschangaben verzerrt werden. Zudem wird der Schwierigkeitsgrad der VR-Trainings stetig erhöht, wobei die Heimübungen unverändert bleiben. Die Interventionsgruppe hat zusätzlich zu den zwei geführten wöchentlichen VR-Trainings im Labor ein normales Gleichgewichtstraining zuhause absolviert. Es ist schwierig zu interpretieren, welche dieser zwei Interventionen den entscheidenderen Einfluss auf die Messresultate hatte. Abschliessend ist in der Studie nicht beschrieben,

ob die Teilnehmerinnen und Teilnehmer während der Dauer der Studie konkurrenzierende Therapieeinheiten absolviert haben.

Die Darstellung und Vollständigkeit der Ergebnisse sind mässig detailliert. Die Resultate des VR-Fragebogens lassen keinen Vergleich zu, da diese Messung nur mit der Interventionsgruppe durchgeführt wurde. Diese Resultate sind daher deskriptiv und wenig aussagekräftig.

Die Interpretationen werden generalisiert, was so nicht stimmt. Die nicht signifikanten Messungen sowie die errechneten Effektgrössen werden bei der Interpretation komplett vernachlässigt. Zudem fehlt in allen Tabellen die Kennzeichnung der signifikanten Resultate.

Unter Berücksichtigung der Schwächen dieser Studie kann in die Praxis transferiert werden, dass das VR-basierte Gleichgewichtstraining tendenziell einen höheren positiven Einfluss auf das Gleichgewicht und Aspekte der Lebensqualität hat als ein Heimprogramm. Da keine Vergleiche innerhalb der Gruppen gemacht wurden, kann keine Aussage darüber gemacht werden, ob beide Trainings innerhalb der sechs Wochen eine Verbesserung der Messwerte mit sich gezogen haben. Als Machbarkeitsstudie macht die vorliegende Studie Sinn, zur Überprüfung praxisrelevanter Daten ist ihr Umfang zu klein.

4.4 Qualitätsprüfung der Studien

Die oben aufgeführten RCT-Studien werden im folgenden Kapitel mittels PEDro-Skala analysiert und darauf basierend bewertet, bevor sie anschliessend im nächsten Kapitel miteinander verglichen werden.

In der nachfolgenden Tabelle sind die zu bewertenden Kriterien aufgeführt. Die vollständige PEDro-Skala ist im Anhang zu finden.

Tabelle 8: PEDro-Kriterien zur Studienbewertung (Pedro, 2021)

	Beschreibung des Kriteriums
1	Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert
2	Randomisierte Gruppenzuordnung der Probanden
3	Verborgende Gruppenzuordnung
4	Ähnlichkeit der Gruppen zu Studienbeginn
5	Geblendete Probanden/Innen
6	Geblendete behandelnde Therapeuten/Innen
7	Geblendete Untersucher/Innen
8	Mindestens eine Outcome Messung von 85% der ursprünglichen Probanden
9	Datenanalyse der zur Behandlung beabsichtigten Interventionen
10	Statistische Gruppenvergleiche (für zumindest ein zentrales Outcome)
11	Präsentation der Punkt- und Streuungsmessungen (für zumindest ein zentrales Outcome)

Um die Qualität der Studien zu prüfen, wurden die in Tabelle 8 formulierten Kriterien überprüft. In der untenstehenden Tabelle 9 kann die Erfüllung sowie die Gesamtbewertung der einzelnen Studien entnommen werden.

Tabelle 9: PEDro-Qualitätspunktzahl der in Kapitel 3.2.4 erwähnten Studien

Studie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Gesamt- punktzahl
Eftekharsadat et al., 2015	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	8 / 10
Peruzzi et al., 2016	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	7 / 10
Khalil et al., 2018	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	6 / 10
<p>+: Kriterium ist erfüllt</p> <p> -: Kriterium ist nicht erfüllt</p> <p>Die Gesamtpunktzahl wurde durch die Addition der erfüllten Kriterien ermittelt. Davon ausgenommen ist das Kriterium 1, welches sich auf die externe Validität bezieht, weshalb die Gesamtpunktzahl 10 beträgt.</p> <p>Punkte wurden nur vergeben, wenn ein Kriterium eindeutig erfüllt war.</p>												

5 Diskussion

Im vorliegenden Kapitel werden die Kernaspekte der auserwählten Studien miteinander verglichen, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede darzulegen. Ausserdem wird ein Bezug zum theoretischen Hintergrund hergestellt, um die Forschungsrelevanz aufzuzeigen. Nachfolgend werden lediglich die für die vorliegende Bachelorarbeit relevanten Inhalte verglichen und diskutiert. Einfachheitshalber wird die Studie Eftekharsadat et al. (2015) als Studie 1, Peruzzi et al. (2016) als Studie 2 und Khalili et al. (2018) als Studie 3 bezeichnet.

5.1 Stichprobe

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der drei Studien stammten aus den Regionen Tabriz, Sardinien und Ar Ramtha. Somit umfasst die vorliegende Bachelorarbeit Analysen der Länder Iran, Italien und Jordanien. Ein direkter, aussagekräftiger Vergleich zwischen den einzelnen Ländern und Kontinenten ist aufgrund der kleinen Grösse und der eng eingegrenzten Charakteristika der Stichproben nicht möglich. Angesichts der von Kersten (2015) beschriebenen Prävalenzraten ist von geografischen Verschiedenheiten auszugehen.

Alle drei Studien inkludierten beide Geschlechter, wobei der weibliche Anteil höher war. Diese Stichprobenzusammensetzung entspricht laut Kersten (2015) der Demografie der Krankheit Multiplen Sklerose, da Frauen häufiger betroffen sind als Männer. Studie 1 klassifizierte die Probandinnen und Probanden in ihrer Studie nicht aufgrund des EDSS-Wertes, was einen Vergleich mit den anderen zwei Studien bezüglich des Schweregrades der MS-Erkrankung unmöglich macht. Während Studie 1 die schubförmige und sekundär-progrediente Form der MS in ihre Studie inkludierte, schlossen Studie 2 und Studie 3 lediglich den schubförmigen remittierenden MS-Verlauf ein. Somit ist ein direkter Vergleich hinsichtlich der Krankheitsform nur zwischen der zweiten und dritten Studie möglich. Die Probandinnen und Probanden waren in keiner der drei Studien geblendet, weshalb ein Placebo-Effekt nicht ausgeschlossen und damit die Aussagekraft der Resultate in Frage gestellt werden kann. Trotz Miteinbezug der Effektgrössen vorhergehender Literatur in der Studie 2 sind die Stichproben in dieser,

wie auch in der Studie 1 zu klein gewählt worden, um eine Übertragung der Ergebnisse auf die gesamte Population machen zu können.

5.2 Ethik

Die Studie 1 und Studie 2 wurden durch eine Ethikkommission begutachtet und anerkannt. Die angewendeten Behandlungsmassnahmen wurden damit zugelassen, was die Grundlage einer ethisch anerkannten Studienführung darstellt. Die Studie 3 diskutierte weder ethische Fragen noch holte sie sich eine Genehmigung einer Ethikkommission ein. Die Zulassung der Behandlungsmassnahmen scheint dadurch fraglich.

5.3 Intervention

Die mit den drei Interventionsgruppen durchgeführten Trainingsprogramme unterschieden sich nicht massgeblich in der Form. Alle erhielten zwei- bis dreimal wöchentlich ein Geh- oder Gleichgewichtstraining auf einem VR-basierten System.

Die Interventionsdauer ist jedoch unterschiedlich. Studie 1 dauerte zwölf Wochen, Studie 2 und Studie 3 lediglich sechs Wochen, was die Resultate entscheidend beeinflussen kann.

Die Interventionen der Kontrollgruppen sind sehr verschieden. Studie 1 verglich die VR-Intervention mit einer Kontrollgruppe ohne Training und testet somit den Gesamterfolg des VR-Trainings. In der Studie 2 und Studie 3 erhielt die Kontrollgruppe gleich viele Trainings wie die Interventionsgruppe, jedoch trainierten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer von Studie 2 auf einem normalen Laufband unter physiotherapeutischer Aufsicht, jene von Studie 3 trainierten ihre Gleichgewichtsfähigkeit zuhause. Diese zwei Studien messen damit den Erfolgsunterschied zwischen den herkömmlichen Trainings und des Trainings mit den neuen VR-Technologien.

Kersten (2015) und Schmidt et al. (2018) berichten, dass das regelmässige aktive Training eine Schlüsselrolle bei der Behandlung von Patientinnen und Patienten mit MS und die Physiotherapie eine Schlüsselposition in der Rehabilitation einnimmt. Daher ist der Vergleich der VR-Intervention mit einem normalen Geh- bzw. Gleichgewichts-

training sinnvoll. Der Vergleich zur Gruppe ohne Intervention ist fraglich, weil das nicht der Alternativbehandlung gleichkommt. Auch das in Studie 3 von der Kontrollgruppe durchgeführte Gleichgewichtstraining zuhause entspricht nicht einer normalen physiotherapeutisch betreuten Rehabilitation von Patientinnen und Patienten mit MS.

Die drei Aspekte des motorischen Lernens wie sie von De Keersmaecker et al. (2019) beschreiben werden: Wiederholung, Motivation, und Feedback und vor allem der Zusatz von Shumway-Cook & Woollacott (2017) der Wiederholung mit Variabilität, werden in allen drei Interventionsgruppen durch das VR-Tool integriert. Die Umsetzung dieser Faktoren in den Kontrollgruppen ist jedoch sehr unterschiedlich.

Durch eine spezifischere Auswahl und Durchführung der Interventionen der Kontrollgruppen wäre ein authentischer Vergleich möglich geworden. In Studie 2 gab es eine physiotherapeutische Betreuung und Intensionssteigerungen, jedoch blieb das Bewegungsmuster immer das Gleiche. Die Kontrollgruppe der Studie 3 war nach einer physiotherapeutischen Einführung auf sich gestellt und absolvierte danach sechs Wochen lang die gleichen Übungen und intensivierte diese nicht.

Der Grad der Immersion der drei verwendeten VR-Systeme wurde in keiner der Studien angegeben. Dieser Aspekt wäre interessant, um die Resultate zu vergleichen.

Nachteile, welche sich durch den Einsatz von VR ergeben, wurden in den Studien nicht thematisiert. Primär ist die Hardware teuer in der Anschaffung und Wartung und hat deshalb keinen Eingang in die alltägliche Praxis von Physiotherapiepraxen gefunden. Interessierte Patientinnen und Patienten können das Angebot deshalb nicht breitflächig nutzen (Schaffner & Loosli, 2019).

Des Weiteren werden die Technologien oft mit der Personalisierbarkeit der Trainingsszenarien vermarktet (Eftektharsadat et al., 2015; Peruzzi et al., 2016; Khalil et al., 2018). Die Szenarien können jedoch nur so weit individualisiert werden, wie es die Software zulässt. Zur Entwicklung ist eine enge Zusammenarbeit mit den Programmiererinnen und Programmierern notwendig. Die interdisziplinäre Entwicklung ist aufwändig und nicht im therapeutischen Setting möglich (Schaffner & Loosli, 2019).

Die diskutierten Studien zeigen ebenfalls auf, dass VR-Therapien kein Ersatz für konventionelle Therapien sind, sondern diese sinnvoll punktuell ergänzen. Nichtsdestotrotz müssen andere Beeinträchtigungen, die die Krankheit MS mit sich bringt, therapiert werden. Weiter braucht es zur VR-Therapie spezialisierte Therapeutinnen und Therapeuten, die mit fundierter Expertise die Patientinnen und Patienten unterstützend überwachen und so den Erfolg der Therapie ermöglichen (Arbeits als Physio, 2021). Die sogenannte Motion Sickness oder Gamer Sickness ist ein entscheidendes Kriterium, die für oder gegen die Anwendung spricht. Sie entsteht, indem eine ungewohnte Bewegung vom Gehirn zwar wahrgenommen wird, vom Innenohr, das für die Registrierung körperlicher Bewegungen zuständig ist, hingegen nicht (Tarr & Warren, 2002). Weiter kann das Fehlen von Affinität zur digitalen Welt die Anwendung limitieren (Schlegel & Weber, 2019).

5.4 Messinstrumente

Die drei Forschungsteams wählten unterschiedliche Messinstrumente. Es gibt nur wenige Überschneidungen, sodass nur ein Bruchteil der Assessments verglichen werden können. Alle drei Studien verwendeten den TUG zur Beurteilung der Mobilität und den BBS zur Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit, was deren Relevanz für die vorliegende Bachelorarbeit ausmacht. Das einzige Messinstrument, welches neben diesen beiden Tests in mehr als einer Studie analysiert wurde, ist der 10-MWT. Studie 2 und Studie 3 verwendeten ihn zur Beurteilung des Gangtempos.

Der Krankheitsschweregrad der MS anhand des EDSS wurde zum Zeitpunkt der Rekrutierung lediglich in Studie 2 und Studie 3 ermittelt. Vergleiche, unter Miteinbezug des Beeinträchtigungsgrads der Probandinnen und Probanden, zwischen den drei Studien sind daher nicht möglich.

Studie 1 inkludierte lediglich physiologische Messungen. Studie 2 wendete neben den physiologischen Messungen die beobachtende Ganganalyse durch eine Ganganalysesoftware an. Studie 3 benutzte zusätzlich zu den physiologischen Messungen auch Fragebogen, welche das subjektive Empfinden des Gleichgewichts, der Angst vor Stürzen, der Müdigkeit sowie der wahrgenommenen gesundheitlichen Lebensqualität erfragten.

5.5 Statistische Verfahren

Jedes der drei Forschungsteams verwendete andere statistische Verfahren. Studie 1 nutzte zur Untersuchung der Unterschiede zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe den unabhängigen t-Test. Für die Unterschiede vor und nach der Intervention innerhalb der jeweiligen Gruppe verwendeten Studie 1 und Studie 2 den gepaarten t-Test. Studie 2 verglich die Interventions- und die Kontrollgruppe mittels der RM ANOVA und Studie 3 mittels der ANCOVA mit Miteinbezug der Baseline-Werte. Studie 3 liess die Analyse der Intragruppen Unterschiede aus.

Studie 1 wendete zusätzlich den Chi-Quadrat-Test zur Umrechnung der ordinalen Daten an. Studie 3 errechnete als Machbarkeitsstudie zu den Prä- und Postmessungen die Effektgrössen.

Studie 3 überprüfte die Standardnormalverteilung nicht, was eine abschliessende Beurteilung unmöglich macht. Begründende Erklärungen der Forschenden zu den verwendeten Analyseverfahren fehlen in allen drei Studien. Die Nachvollziehbarkeit der statistischen Verfahren ist jedoch mehrheitlich gegeben.

Das Signifikanzlevel wurde in allen drei Studien einheitlich auf < 0.05 festgelegt. Die Resultate der Analysen wurden deskriptiv ausgewiesen, anhand Mittelwert \pm Standardabweichung bzw. Mittelwert(SD) sowie dem entsprechenden P-Wertes.

5.6 Ergebnisse

Die ungleichen Kontroll-Interventionen, die inhomogene Dauer zwischen Baseline und Follow-up, sowie die im Kapitel 5.5 umschriebenen Unterschiede der verwendeten statistischen Verfahren lassen einen direkten Vergleich der Studienergebnisse nicht zu. Dennoch konnten alle Forschungsteams Erfolge der eingesetzten Behandlungsmassnahmen verzeichnen.

Aufgrund der Fragestellung dieser Bachelorarbeit sowie der Messinstrumentenauswahl dieser drei Studien wird in diesem Kapitel nur auf die Ergebnisse des TUG und des BBS eingegangen.

TUG

Alle drei der Studien haben den TUG als Assessment zur Beurteilung der Mobilität verwendet. Nur Studie 1 konnte eine signifikante Verbesserung der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe aufzeigen. In Studie 2 und Studie 3 gab es bei den Intergruppen-Messungen keine Signifikanz. Studie 1 und Studie 2 wiesen zusätzlich eine signifikante Verbesserung im TUG von der Prä- zur Postmessung der Interventionsgruppe aus. Diese Daten hat Studie 3 nicht ausgewertet.

BBS

Alle drei der Studien haben den BBS als Assessment zur Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit verwendet. Lediglich Studie 3 konnte einen signifikanten Unterschied zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe belegen. Studie 1 und Studie 2 konnten diese Signifikanz nicht bestätigen. Studie 2 dokumentierte einen signifikanten Fortschritt im BBS in der Interventionsgruppe, gemessen an den Daten vor und nach der Intervention. Studie 1 beschrieb, dass die Werte von der Prä- zur Postmessung in beiden Gruppen gesunken sind, die Verbesserungen aber nicht signifikant ausfallen. Studie 3 wiederum hat diese Prä- und Postdaten nicht ausgewertet.

Diese Studienergebnisse decken sich mit der Literaturreview von Maggio et al. (2019), welche die Frage der klinischen Wirksamkeit von VR im Vergleich zum konventionellen Gleichgewichtstraining auf die Gleichgewichts- und Gangfähigkeit von Patientinnen und Patienten mit MS offenlässt.

Obwohl zwei der drei Studien den EDSS-Wert als Einschlusskriterium definiert haben, macht keines der beiden Forschungsteams Schlussfolgerungen zu den Effekten der Interventionen in Zusammenhang mit dem Beeinträchtigungsgrad der Probandinnen und Probanden. Der durchschnittliche EDSS-Wert zum Zeitpunkt der Baseline der Studie 2 betrug 3.5 in der Kontroll- und 4.1 in der Interventionsgruppe. In Studie 3 hingegen wurde ein EDSS-Wert von 2.9 in der Kontroll- und 3.1 in der Interventionsgruppe ausgewiesen. Diese Ausgangswerte könnten in Kontext mit den oben beschriebenen Resultaten gebracht werden, die Datenmenge ist jedoch viel zu gering, als dass signifikante Aussagen getroffen werden könnten.

5.7 Güte

Alle Hauptstudien waren hochwertig genug, um für die Beantwortung der Fragestellung verwendet werden zu können. Die meisten Punkte (8/10) auf der PEDro-Skala erreichte Studie 1 und die wenigsten (6/10) Studie 3. Die Probandinnen und Probanden der drei Studien wurden allesamt zufällig auf die jeweiligen Interventions- und Kontrollgruppen zugeteilt. Allerdings waren die Probandinnen und Probanden in allen drei Studien und die Therapeutinnen und Therapeuten in Studie 2 und Studie 3 bezüglich der Zuordnung nicht geblendet. Dies kann zu Verzerrungen in den Resultaten führen und beeinflusst deren Glaubwürdigkeit negativ. Des Weiteren wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der dritten Studie vor der Randomisierung zunächst nach ihrer Leistung im EDSS geschichtet. Die Gruppen waren sich in Studie 1 und Studie 2 bezüglich der wichtigsten Indikatoren ähnlich, in der dritten Studie wurden die Charakteristiken der Gruppen zu Beginn nicht verglichen, was somit einen direkten Vergleich mit den anderen zwei Studien erschwert. Die Ein- und Ausschlusskriterien waren in allen drei Studien klar ersichtlich.

Die Outcomes wurden in allen drei Studien von allen Teilnehmerinnen und Teilnehmer, welche die Behandlung abgeschlossen hatten, gemessen. Zudem wurden statistische Gruppenvergleiche sowie auch Punkt- und Streuungsmasse festgehalten. Somit ist die Verlässlichkeit der Datenerhebung in den Studien 1 bis 3 gegeben.

5.8 Studiendesign

Bei den drei Hauptstudien handelt es sich um randomisiert kontrollierte Studien im Prä-Post-Design, welches dem Goldstandard zum Nachweis der Wirksamkeit einer Therapie entspricht. Durch das gewählte Design können Unterschiede bei den Ergebnissen ausschliesslich der Behandlung zugeschrieben werden. Alle drei Studien wurden zweiarmig, mit einer Kontroll- und einer Interventionsgruppe, durchgeführt und waren lediglich einfach verblendet. Die Studie 3 stellt weiter eine Pilotstudie dar.

6 Schlussfolgerung

In diesem letzten Kapitel wird die von den Autorinnen formulierte Fragestellung beantwortet und aufbauend darauf erfolgt ein Transfer in die physiotherapeutische Praxis. Abschliessend werden die Limitationen dieser Arbeit beschrieben und weiterführende Fragen für die zukünftige Forschung aufgeführt.

6.1 Beantwortung der Fragestellung

Ziel dieser Arbeit war es, die Effekte eines VR-gestützten Balancetrainings auf das Gleichgewicht im Gang von Patientinnen und Patienten mit MS zu evaluieren. Dabei dienten der TUG und BBS als Assessments. Durch die Auswertung der drei Studien zeigte sich ein Trend zu positiven Effekten eines VR-gestützten Balancetrainings auf das Gleichgewicht von Patientinnen und Patienten mit MS. Die Evidenzlage der drei Studien erwies sich aufgrund der im Kapitel 5 erwähnten Limitationen gesamthaft als eher gering, weshalb eine abschliessende Beurteilung schwerfällt.

Alle drei Studien führten einen Vergleich zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe durch. Dieser zeigt den Effekt eines VR-Balancetrainings im Vergleich zu entweder keiner oder einer herkömmlichen physiotherapeutischen Intervention auf. Hierbei verbesserten sich sowohl der TUG als auch der BBS lediglich in einer der drei Studien signifikant. Der Prä-Post-Vergleich in der Interventionsgruppe präsentiert die Effekte des VR-Balancetrainings unabhängig von einer Kontrollintervention. Dieser Vergleich wurde lediglich von Eftekharsadat et al. (2015) und Peruzzi et al. (2016) durchgeführt, wobei sich der TUG in beiden und der BBS in einer der beiden signifikant verbesserten.

Spezifisch auf die vorliegende Fragestellung zeigen die Resultate des Prä-Post-Vergleiches deutlicher die Effekte eines VR-basierten Balancetrainings auf, als die Vergleiche zwischen einer Interventions- und Kontrollgruppe. Daher beurteilen die Autorinnen der vorliegenden Bachelorarbeit den Einsatz eines VR-basierten Balancetrainings als durchaus positiv und nutzbringend. Um allerdings von signifikanten Vorteilen sprechen zu können, müssten hierbei noch weitere Studien mit grösseren Stichproben in Betracht gezogen und beurteilt werden.

6.2 Theorie-Praxis-Transfer

Da die Evidenzlage der ausgewählten Studien mässig ist, kann keine konkrete und abschliessende Empfehlung zur Verwendung von VR bei der Behandlung von Menschen mit MS abgegeben werden. Die aufgezeigten Tendenzen weisen darauf hin, dass VR bei Verfügbarkeit als Ergänzung zur konventionellen Therapie wertvoll sein kann. Eine Aussage darüber, welchen Patientinnen und Patienten das VR-basierte Gleichgewichtstraining am meisten Nutzen bringt, ist nicht möglich. Die Autorinnen gehen davon aus, dass dies unter anderem auch von individuellen Ansichten und Affinitäten abhängig ist.

Aufgrund fehlender Langzeitstudien mit angemessenen Stichprobenzahlen lässt sich nicht sagen, ob das VR-basierte Gleichgewichtstraining im Vergleich zum konventionellen physiotherapeutischen Gleichgewichtstraining zu signifikanten Mehrwerten führt. Aufgrund der hohen Kosten der VR-Systeme und unter Anbetracht der sonstigen Nachteile ist eine breitflächige Ausrüstung der Praxisinstitutionen unwahrscheinlich.

Die oft in Verbindung mit VR thematisierten positiven Aspekte wie Realitätsnähe, Repetition, Variabilität, Feedback und Motivation sind Faktoren, die auch in eine konventionelle Therapie integriert werden können. Mit bewusster Gestaltung der Behandlungen und bewusster Kommunikation besteht somit Optimierungspotential im konventionellen Setting.

6.3 Limitationen und weiterführende Fragestellungen

Die vorliegende Bachelorarbeit weist einige Limitationen auf. Aufgrund der beschränkten Datenanlage war es nicht möglich Studien mit einem einheitlichen EDSS-Score zu verwenden. Weiter wurden die Studien unabhängig der MS-Form gewählt. Ausserdem zeigen die drei ausgewählten Studien diverse VR- und Kontrollinterventionen auf und die Stichproben erwiesen sich allesamt als eher zu klein. Aufgrund dieser Limitationen kann der Effekt des VR-basierten Balancetraining nicht uneingeschränkt beurteilt werden.

Im Verlauf der Diskussion entstand die Frage, ob die Fragestellung der Bachelorarbeit besser einen Vergleich zu den bisherigen physiotherapeutischen Massnahmen inkludiert hätte. Dadurch stünde der effektive Nutzen von VR in einer Relation zu bereits herkömmlichen Behandlungsmethoden von Patientinnen und Patienten mit MS. Dies würde eine höhere Aussagekraft der Resultate und einen realistischen Transfer in die Praxis ermöglichen.

Die Notwendigkeit weiterer Studien, die den Unterschied zwischen der konventionellen physiotherapeutischen Behandlung von Patientinnen und Patienten mit MS und der Physiotherapie in Ergänzung mit VR-basiertem Training aufzeigen, wurde in den vorhergehenden Kapiteln erläutert.

Im Verlauf der Erarbeitung dieser Bachelorarbeit haben sich weiterführende Fragen eröffnet, welche zur Beantwortung eine eigenständige, aufwändige Recherche voraussetzen. Als Immersion wird der Grad an Realitätsnähe definiert. Wie nahe die verwendeten VR-Tools wirklich an die Realität gelangen, wäre wissenswert. Ausserdem wäre interessant, welchen Einfluss die Selbstkorrektur basierend auf dem visuellen und auditiven Feedback des Avatars auf das motorische Lernen hat. Daran angeknüpft stellt sich die Frage, welche Folgen eine aufgrund der beeinträchtigten Motorik nicht durchführbare Selbstkorrektur auf das Outcome der VR-Therapie hätte.

Im Kapitel der neurophysiologischen Mechanismen (2.2.2) werden die möglichen neuroplastischen Veränderungen durch VR diskutiert. Interessant wäre zu wissen, welche Fakten diesbezüglich bereits bewiesen werden konnten.

Literaturverzeichnis

- Amboss. (2020, 16. November). Vestibuläres System. Amboss.
https://www.amboss.com/de/wissen/Vestibuläres_System
- Arbeite als Physio. (2021, 10. März). Physiotherapie im Virtuellen Raum. Arbeite als Physio. <https://www.arbeite-als-physio.ch/physiotherapie-im-virtuellen-raum/>
- Arend, S., & Giggins, JR. (1976). A strategy for the classification, subjective analysis, and observation of human movement. *Journal of Human Movement Studies*, 2, 36-52.
- Berg, K. (1989). Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*, 41(6), 304–311.
<https://doi.org/10.3138/ptc.41.6.304>
- Berg, K. O., Wood-Dauphinee, S. L., Williams, J. I., & Maki, B. (1992). Measuring balance in the elderly: Validation of an instrument. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne De Sante Publique*, 83 Suppl 2, S7-11.
- Bischoff, H. A. (2003). Identifying a cut-off point for normal mobility: A comparison of the timed „up and go“ test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *Age and Ageing*, 32(3), 315–320. <https://doi.org/10.1093/ageing/32.3.315>
- Bolton, D. A. E., Brown, K. E., McIlroy, W. E., & Staines, W. R. (2012). Transient inhibition of the dorsolateral prefrontal cortex disrupts somatosensory modulation during standing balance as measured by electroencephalography: *NeuroReport*, 23(6), 369–372. <https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e328352027c>
- Borrego, A., Latorre, J., Llorens, R., Alcañiz, M., & Noé, E. (2016). Feasibility of a walking virtual reality system for rehabilitation: Objective and subjective parameters. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 13(1), 68.
<https://doi.org/10.1186/s12984-016-0174-1>

- Buccino, G., Solodkin, A., & Small, S. L. (2006). Functions of the Mirror Neuron System: Implications for Neurorehabilitation: *Cognitive and Behavioral Neurology*, 19(1), 55–63. <https://doi.org/10.1097/00146965-200603000-00007>
- Cameirao, M. S., Bermudez i Badia, S., Duarte Oller, E., & Verschure, P. F. (2010). Neurorehabilitation using the virtual reality based Rehabilitation Gaming System: Methodology, design, psychometrics, usability and validation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 7(1), 48. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-7-48>
- Cano Porras, D., Siemonsma, P., Inzelberg, R., Zeilig, G., & Plotnik, M. (2018). Advantages of virtual reality in the rehabilitation of balance and gait: Systematic review. *Neurology*, 90(22), 1017–1025. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000005603>
- Casuso-Holgado, M. J., Martín-Valero, R., Carazo, A. F., Medrano-Sánchez, E. M., Cortés-Vega, M. D., & Montero-Bancalero, F. J. (2018). Effectiveness of virtual reality training for balance and gait rehabilitation in people with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 32(9), 1220–1234. <https://doi.org/10.1177/0269215518768084>
- Chiu, A. Y. Y., Au-Yeung, S. S. Y., & Lo, S. K. (2003). A comparison of four functional tests in discriminating fallers from non-fallers in older people. *Disability and Rehabilitation*, 25(1), 45–50.
- De Keersmaecker, E., Lefeber, N., Geys, M., Jespers, E., Kerckhofs, E., & Swinnen, E. (2019). Virtual reality during gait training: Does it improve gait function in persons with central nervous system movement disorders? A systematic review and meta-analysis. *NeuroRehabilitation*, 44(1), 43–66. <https://doi.org/10.3233/NRE-182551>
- Duque, G., Boersma, Loza-Diaz, Hassan, Suarez, H., Geisinger, Suriyaarachchi, Sharma, & Demontiero. (2013). Effects of balance training using a virtual-reality system in older fallers. *Clinical Interventions in Aging*, 257. <https://doi.org/10.2147/CIA.S41453>

- Ellis, B., Blackburn, M., & Bath-Hextall, F. (2013). Balance training interventions for balance impairment and function in people with multiple sclerosis: A systematic review protocol: *JB I Database of Systematic Reviews and Implementation Reports*, 11(10), 55–67. <https://doi.org/10.11124/jbisrir-2013-583>
- Fetter, M., & Zee, D. S. (1988). Recovery from unilateral labyrinthectomy in rhesus monkey. *Journal of Neurophysiology*, 59(2), 370–393. <https://doi.org/10.1152/jn.1988.59.2.370>
- Götz-Neumann, K. (2016). *Gehen verstehen – Ganganalyse in der Physiotherapie* (4. Aufl.). Georg Thieme Verlag KG.
- Hedin-Anden, S.PNF. (1994). *Grundverfahren und funktionelles Training*. Stuttgart, Gustav Fischer.
- Huang, D., Mao, Y., Chen, P., & Li, L. (2014). Virtual reality training improves balance function. *Neural Regeneration Research*, 9(17), 1628. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.141795>
- Kalron, A., Dvir, Z., & Achiron, A. (2010). Walking while talking—Difficulties incurred during the initial stages of multiple sclerosis disease process. *Gait & Posture*, 32(3), 332–335. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.06.002>
- Kalron, A., Fonkatz, I., Frid, L., Baransi, H., & Achiron, A. (2016). The effect of balance training on postural control in people with multiple sclerosis using the CAREN virtual reality system: A pilot randomized controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 13(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0124-y>
- Kersten, S. (2015). *Sportliches Training bei Multiple Sklerose. Auswirkung von Training und Schulung auf motorische, klinische und psychologische Parameter bei Multiple-Sklerose-Erkrankten* (Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Philosophie, Universität des Saarlandes).

- Krämer, G. (2012). *Wörterbuch Multiple Sklerose. Medizinische Fachbegriffe verständlich erklärt* (5. Aufl.). Georg Thieme Verlag Stuttgart
- LaRocca, N. G. (2011). Impact of Walking Impairment in Multiple Sclerosis: Perspectives of Patients and Care Partners. *The Patient: Patient-Centered Outcomes Research*, 4(3), 189–201. <https://doi.org/10.2165/11591150-000000000-00000>
- Leins, U., Goth, G., Hinterberger, T., Klinger, C., Rumpf, N., & Strehl, U. (2007). Neurofeedback for Children with ADHD: A Comparison of SCP and Theta/Beta Protocols. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 32(2), 73–88. <https://doi.org/10.1007/s10484-007-9031-0>
- Lewis, J. W., & Van Essen, D. C. (2000). Corticocortical connections of visual, sensorimotor, and multimodal processing areas in the parietal lobe of the macaque monkey. *The Journal of Comparative Neurology*, 428(1), 112–137. [https://doi.org/10.1002/1096-9861\(20001204\)428:1<112::aid-cne8>3.0.co;2-9](https://doi.org/10.1002/1096-9861(20001204)428:1<112::aid-cne8>3.0.co;2-9)
- Lewis, S. J. G., Slabosz, A., Robbins, T. W., Barker, R. A., & Owen, A. M. (2005). Dopaminergic basis for deficits in working memory but not attentional set-shifting in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*, 43(6), 823–832. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2004.10.001>
- Maggio, M. G., Russo, M., Cuzzola, M. F., Destro, M., La Rosa, G., Molonia, F., Bramanti, P., Lombardo, G., De Luca, R., & Calabrò, R. S. (2019). Virtual reality in multiple sclerosis rehabilitation: A review on cognitive and motor outcomes. *Journal of Clinical Neuroscience*, 65, 106–111. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2019.03.017>
- Maguire, E. A., Nannery, R., & Spiers, H. J. (2006). Navigation around London by a taxi driver with bilateral hippocampal lesions. *Brain*, 129(11), 2894–2907. <https://doi.org/10.1093/brain/awl286>

- Masseti, T., Trevizan, I. L., Arab, C., Favero, F. M., Ribeiro-Papa, D. C., & de Mello Monteiro, C. B. (2016). Virtual reality in multiple sclerosis – A systematic review. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 8, 107–112.
<https://doi.org/10.1016/j.msard.2016.05.014>
- McConvey, J., & Bennett, S. E. (2005). Reliability of the Dynamic Gait Index in individuals with multiple sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(1), 130–133. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2003.11.033>
- Mihara, M., Miyai, I., Hatakenaka, M., Kubota, K., & Sakoda, S. (2008). Role of the prefrontal cortex in human balance control. *NeuroImage*, 43(2), 329–336.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.07.029>
- Mirelman, A., Maidan, I., & Deutsch, J. E. (2013). Virtual reality and motor imagery: Promising tools for assessment and therapy in Parkinson's disease: Virtual Reality and Motor Imagery for PD. *Movement Disorders*, 28(11), 1597–1608.
<https://doi.org/10.1002/mds.25670>
- Mueller, C., Luehrs, M., Baecke, S., Adolf, D., Luetzkendorf, R., Luchtman, M., & Bernarding, J. (2012). Building virtual reality fMRI paradigms: A framework for presenting immersive virtual environments. *Journal of Neuroscience Methods*, 209(2), 290–298. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2012.06.025>
- Mulder, T., & Appelman, M. (2010). *De geboren aanpasser: Over beweging, bewustzijn en gedrag*. Contact.
- Nancy, L.C. (1980). The vestibular and proprioceptive systems to dysfunction in verticality perception, posture and movement after stroke. *J Physiother*, 26, 5-16.
- Norré, M. E., & Beckers, A. (1989). Vestibular Habituation Training: Exercise Treatment for Vertigo Based upon the Habituation Effect. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 101(1), 14–19. <https://doi.org/10.1177/019459988910100104>

- Ortiz Gutiérrez, R., Galán del Río, F., Cano de la Cuerda, R., Alguacil-Diego, I. M., Arroyo González, R., & Miangolarra Page, J. C. (2013). A telerehabilitation program by virtual reality-video games improves balance and postural control in multiple sclerosis patients. *NeuroRehabilitation*, 33(4), 545–554.
<https://doi.org/10.3233/NRE-130995>
- Pan, HP., Feng, H., Li, YJ., & Jin, HZ. (2011). Effects of load-controlled proprioceptive training on lower extremity motor and balance function of stroke patients. *Zhongguo Kangfu Yixue Zazhi*, 26, 1025-1028.
<https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1242.2011.11.008>
- Patla, AE. (1995). A Framework for Understanding Mobility Problems in the Elderly. St. Louis: Mosby Yearbook.
- Pedro. (2021, 12. April).
https://pedro.org.au/wpcontent/uploads/PEDro_scale_german.pdf
- Perry, J. (1992). Gait Analysis, New York: Slack.
- Peñasco-Martín, B., de los Reyes-Guzmán, A., Gil-Agudo, Á., Bernal-Sahún, A., Pérez-Aguilar, B., & de la Peña-González, A. I. (2010). [Application of virtual reality in the motor aspects of neurorehabilitation]. *Revista De Neurologia*, 51(8), 481–488.
- Pine, D. S., Grun, J., Maguire, E. A., Burgess, N., Zarahn, E., Koda, V., Fyer, A., Szeszko, P. R., & Bilder, R. M. (2002). Neurodevelopmental Aspects of Spatial Navigation: A Virtual Reality fMRI Study. *NeuroImage*, 15(2), 396–406.
<https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0988>
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The Timed “Up & Go”: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142–148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>
- Ris, I., & Preusse-Bleuler, B. (2015). Arbeitsinstrument für ein Critical Appraisal (AICA) eines Forschungsartikels. *ZHAW Schulungsunterlagen Bachelorstudiengänge Departement Gesundheit*.

- Rothbaum, B. O., Hodges, L., Smith, S., Lee, J. H., & Price, L. (2000). A controlled study of virtual reality exposure therapy for the fear of flying. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68(6), 1020–1026.
<https://doi.org/10.1037/0022-006X.68.6.1020>
- Schaffner D., & Loosli S. (2019). Virtual Reality in der Marktforschung: Kritische Diskussion von Vor- und Nachteilen anhand Erfahrungen mit Prototypen und Einsatz im Bildungsbereich. *Schweizer Marktforschung* (1).
- Schlegel, C., & Weber, U. (2019). Lernen mit Virtual Reality: Ein Hype in der Pflegeausbildung? *Pädagogik der Gesundheitsberufe* (3), 182-186.
<https://doi.org/10293.000/30000-1711>
- Schädler, S., Kool, J., Lüthi, H., Marks, D., Oesch, P., Pfeffer, A., & Wirz, M. (Hrsg.). (2020). *Assessments in der Rehabilitation: Neurologie* (4. Aufl.). Hogrefe.
<https://doi.org/10.1024/85889-000>
- Schmidt, R.M., Hoffmann, F.A., Faiss, J.H., Köhler, W., & Zettl, U.K. (2018). *Multiple Sklerose* (7. Aufl.). Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH.
- Schweizerische Multiple Sklerose Gesellschaft. (2020, 22. September). Vorkommen. Schweizerische Multiple Sklerose Gesellschaft.
<https://www.multiplesklerose.ch/de/ueber-ms/multiple-sklerose/vorkommen/>
- Schweizerische Multiple Sklerose Gesellschaft. (2021, 18. März). Diagnose. Schweizerische Multiple Sklerose Gesellschaft.
<https://www.multiplesklerose.ch/de/ueber-ms/multiple-sklerose/diagnose/#tab-t-bewertungsskalen>
- Shumway-Cook, A., Brauer, S., & Woollacott, M. (2000). Predicting the Probability for Falls in Community-Dwelling Older Adults Using the Timed Up & Go Test. *Physical Therapy*, 80(9), 896–903. <https://doi.org/10.1093/ptj/80.9.896>
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). *Motor control: Translating research into clinical practice* (5. Aufl.). Wolters Kluwer.

- Snook, E. M., & Motl, R. W. (2009). Effect of Exercise Training on Walking Mobility in Multiple Sclerosis: A Meta-Analysis. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 23(2), 108–116. <https://doi.org/10.1177/1545968308320641>
- Spirgi-Gantert, I., & Suppé, B. (2014). *FBL Klein-Vogelbach, Functional Kinetics: Die Grundlagen* (7. Aufl.). Springer-Verlag GmbH.
- Srivastava, A., Taly, A. B., Gupta, A., Kumar, S., & Murali, T. (2009). Post-stroke balance training: Role of force platform with visual feedback technique. *Journal of the Neurological Sciences*, 287(1–2), 89–93. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2009.08.051>
- Stepniewska, I., Fang, P.-C., & Kaas, J. H. (2005). Microstimulation reveals specialized subregions for different complex movements in posterior parietal cortex of prosimian galagos. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(13), 4878–4883. <https://doi.org/10.1073/pnas.0501048102>
- Tarr, M. J., & Warren, W. H. (2002). Virtual reality in behavioral neuroscience and beyond. *Nature neuroscience*, 5(S11), 1089–1092. <https://doi.org/10.1038/nn948>
- Tieri, G., Morone, G., Paolucci, S., & Iosa, M. (2018). Virtual reality in cognitive and motor rehabilitation: Facts, fiction and fallacies. *Expert Review of Medical Devices*, 15(2), 107–117. <https://doi.org/10.1080/17434440.2018.1425613>
- Umphred, D. A., Bürge, E., & Burton, G. U. (Hrsg.). (2000). *Neurologische Rehabilitation: Bewegungskontrolle und Bewegungslernen in Theorie und Praxis*. Springer.
- Virk, S., & McConville, K. M. V. (2006). Virtual Reality Applications in Improving Postural Control and Minimizing Falls. *2006 International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2694–2697. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2006.260751>
- Viirre, E., & Buskirk, J. (2000) Utilization of virtual reality technology in the rehabilitation of balance disorder patients. *Micromedical Technologies Vestibular Update*, 24, 1-4.

- Walker, M. L., Ringleb, S. I., Maihafer, G. C., Walker, R., Crouch, J. R., Van Lunen, B., & Morrison, S. (2010). Virtual Reality–Enhanced Partial Body Weight–Supported Treadmill Training Poststroke: Feasibility and Effectiveness in 6 Subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(1), 115–122. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.09.009>
- Wiederhold, B. K., & Wiederhold, M. D. (2005). *Virtual reality therapy for anxiety disorders: Advances in evaluation and treatment*. American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10858-000>
- Yang, S., Hwang, W.-H., Tsai, Y.-C., Liu, F.-K., Hsieh, L.-F., & Chern, J.-S. (2011). Improving Balance Skills in Patients Who Had Stroke Through Virtual Reality Treadmill Training: *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 90(12), 969–978. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3182389fae>

Zusatzverzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Timed-up-and-go (HealthJade, 2019)22

Abbildung 2: Fragebogen Berg Balance Scale (Stefan Hägele-Link, 2009).....**Fehler!**

Textmarke nicht definiert.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Keywords der Studiensuche27

Tabelle 2: Verwendete Einschlusskriterien der Studiensuche28

Tabelle 3: Selektionsprozess der Studien28

Tabelle 4: Hauptstudien.....29

Tabelle 5: Stichprobengruppen von Eftekharsadat et al. (2015)31

Tabelle 6: Stichprobengruppen von Peruzzi et al. (2016)36

Tabelle 7: Stichprobengruppen von Khalil et al. (2018).....41

Tabelle 8: PEDro-Kriterien zur Studienbewertung (Pedro, 2021).....46

Tabelle 9: PEDro-Qualitätspunktzahl der in Kapitel 3.2.4 erwähnten Studien47

Deklaration der Wortzahl

- Wortzahl der Arbeit: 11'741 Wörter (exklusiv Abstract, Tabellen, Verzeichnisse, Danksagung, Eigenständigkeitserklärung, Anhang)
- Wortzahl des Abstracts Deutsch: 196 Wörter
- Wortzahl des Abstracts Englisch: 200 Wörter

Danksagung

Wir möchten uns herzlich bei unserer Betreuungsperson [REDACTED] für ihre zuverlässige und kompetente Unterstützung und die angenehme Zusammenarbeit bedanken. Ein grosses Dankeschön sprechen wir unseren Korrekturleserinnen und -lesern: [REDACTED] aus.

Eigenständigkeitserklärung

Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst haben.

Winterthur, 12. April 2021

Anhang 1: Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Definition
AICA	Arbeitsinstrument Critical Appraisal
ANCOVA	Analysis of covariance
BBS	Berg Balance Scale
EDSS	Expanded Disability Status Scale
FRi	Sturzrisikoindex
FSST	Four-Square-Step-Test
HDM	Head-Mounted-Displays
ICC	Intraklassen-Korrelationskoeffizient
MFIS	The Modified Fatigue Impact Scale
MMT	Manuelle Muskeltests
MS	Multiple Sklerose
OSG	Oberes Sprunggelenk
OSi	Gesamtstabilitätsindex
PPMS	Primär chronisch-progrediente Verlaufsform
PST	Posturales Stabilitätstraining
r	Empirischer Korrelationskoeffizient
RCT	Randomisierte kontrollierte Studie
ROM	Range of motion
RM ANOVA	Repeated measure analysis of variance
RRMS	Schubförmige-remittierende Verlaufsform
SD	Mittelwert
SF36	The short form 36
SPMS	Sekundär chronisch-progrediente Verlaufsform
TUG	Time up and Go
VR	Virtual Reality
ZNS	Zentrales Nervensystem
3-MWD	3-Minuten-Gehtest
6-MWD	6-Minuten-Gehtest
10-MWT	10-Meter-Gehtest

Anhang 2: Glossar

Begriff	Definition
Adherence	Therapietreue; Einhaltung der, gemeinsam von der Patientin/vom Patienten und der/dem Behandelnden, gesetzten Therapieziele im Rahmen des Behandlungsprozesses (DocCheck, 2018)
Advanced-Search	Erweiterte Suche der Datenbank CINAHL Complete
AICA	Raster zur Beurteilung von Literatur (Ris & Preusse-Bleuler, 2015)
Ataxie	Störung der Koordination von Bewegungsabläufen (Pschyrembel Online, 2016)
Atrophie	Verkleinerung eines Organs oder Gewebes aufgrund einer verminderten Zellfunktion (Pschyrembel Online, 2016)
Autoimmunerkrankung	Eine Erkrankung, wobei sich das Immunsystem gegen körpereigene Strukturen richtet (DocCheck, 2018)
Avatar	Virtuelle Kunstfigur (Wörterbuch, 2020)
Axon	Fortsatz einer Nervenzelle, der elektrische Nervenimpulse vom Zellkörper weg leitet (DocCheck, 2018).
Ätiologie	Die Ätiologie beschäftigt sich mit der Ursache von Erkrankungen und ihren auslösenden Faktoren (DocCheck, 2017).
B-Lymphozyten	Gehören zur Zellgruppe der Lymphozyten und spielen somit eine wichtige Rolle im menschlichen Immunsystem. Sie bilden auf einen Antigenreiz hin Antikörper und sind dadurch für die adaptive Immunreaktion verantwortlich (DocCheck, 2020).

Blut-Hirn-Schranke	Die Blut-Hirn-Schranke ist eine selektiv durchlässige Schranke zwischen Hirnsubstanz und Blutstrom, die den Stoffaustausch im ZNS kontrolliert. Stoffe, die nicht in das ZNS gelangen sollen, werden am Durchtritt durch die Kapillarwand gehindert (DocCheck, 2020).
Boolescher Operator	Bilden die Basis für die Datenbank- und Programmierlogik und sind Grundlage für alle Webanwendungen einschliesslich aller Suchmaschinen. In den Datenbanken sind sie Mittel, um Suchbegriffe zu kombinieren. Unterstützt werden die Operatoren AND, „+“, OR, NOT und „-“ (Deutsches Referenzzentrum für Ethik in den Biowissenschaften, 2020).
Dekubitus	Schlecht und langsam heilende Wunde infolge einer Minderdurchblutung der Haut und/oder des Subkutangewebes. Der Dekubitus gilt nicht als eigenständige Krankheit, sondern wird im Allgemeinen durch Immobilität verursacht (DocCheck, 2019).
Demyelinisierung	Entmarkung, degenerative Zerstörung der Myelinscheiden (DocCheck, 2019)
Doppelt unterstützte Standphase	Die Phase im Gangbild, in der beide Füße Bodenkontakt haben (Götz-Neumann, 2016).
Dual Task	Erledigung von zwei Aufgaben gleichzeitig (Wikipedia, 2020)
Dysarthrie	Sammelbezeichnung für verschiedene motorische Sprechstörungen, die durch eine Schädigung des ZNS oder der Hirnnerven ausgelöst werden (DocCheck, 2018).
Epidemiologie	Lehre der quantitativen Erforschung der Faktoren, die Gesundheitszustände beeinflussen (DocCheck, 2020)
Extrinsisches	Ausserhalb, von aussen kommend, von aussen einwirkend (DocCheck, 2017)

Feedback	Rückmeldung der Ergebnisse, wobei die ursprüngliche Leistung durch Änderung der Prozesse beeinflusst werden kann (Wörterbuch, 2020).
Freiheitsgrad	Anzahl unabhängiger Bewegungsmöglichkeiten; Norm eines starren Körpers sind drei translatorische und drei rotatorische Freiheitsgrade (Kraft & Disselhorst-Klug, 2015)
Graue Substanz	Umfasst diejenigen Teile des ZNS, die sich überwiegend aus Zellkörpern von Nervenzellen zusammensetzen. Oberflächliche Bereiche grauer Substanz bezeichnet man als „Rinde“ (Cortex) (DocCheck, 2016).
Head-Mounted-Display	Ein auf dem Kopf zu tragendes visuelles Ausgabegerät. Es präsentiert Bilder entweder auf einem augennahen Bildschirm oder projiziert sie direkt auf die Netzhaut (Wikipedia, 2020).
Hemisphäre	In der Anatomie die beiden Hälften des Kleinhirns und des Grosshirns (DocChek, 2013)
Immunzelle	Körperzellen, die vermehrt im Rahmen von Entzündungen auftreten. Es handelt sich um Zellen, die an einer Immunantwort beteiligt sind (DocCheck, 2010).
Intervallskalierung	Skalenniveau in der Statistik; gehört zum metrischen Messniveau, da sich die Ausprägungen quantitativ mittels Zahlen darstellen lassen. Rangunterschiede und Abstand zwischen Werten können gemessen werden (Wikipedia, 2019).
Intraklassen-Korrelationskoeffizient ICC	Damit kann die Übereinstimmung von zwei oder mehr Beobachtungen beurteilt werden. ICC=0 bedeutet gar keine Übereinstimmung, ICC=1 bedeutet eine vollständige Übereinstimmung (Wikipedia, 2020)
Kadenz	Schrittfrequenz, Bodenkontakten innerhalb einer Minute (Netz Athleten Magazin, 2017)
Keywords	Schlüsselwort, Schlagwort (Duden online, 2020)

Kontraktur	Unter einer Kontraktur versteht man die Verkürzung eines Gewebes, beispielsweise eines Muskels, einer Sehne oder der Bänder. Sie führt zu einer Bewegungseinschränkung in anliegenden Gelenken (DocCheck, 2015).
Kortex / kortikal	Als Cortex oder Rinde bezeichnet man in der Medizin den an der Aussenseite gelegenen Gewebeanteil bestimmter Organe. Am häufigsten ist mit Cortex der Cortex cerebri, das heisst die Grosshirnrinde, gemeint (DocCheck, 2018).
kurativ	Therapeutische Massnahmen, die auf die Heilung einer Erkrankung ausgerichtet sind (DocCheck, 2015).
Makrophagen	Makrophagen sind grosse, bewegliche, einkernige Zellen, auch Fresszellen genannt, die zum zellulären Immunsystem gehören. Sie dienen der Beseitigung von Mikroorganismen (DocCheck, 2017).
MeSH-Terms	Die Medical Subject Headings dienen als Schlagwortverzeichnis zur Erfassung und Klassifikation von medizinischen Inhalten (DocCheck, 2016).
Morbus Parkinson	Neurodegenerative Krankheit, verursacht durch Absterben der dopaminproduzierenden Nervenzellen (Wikipedia, 2020)
Motorische Programme	Bewegungsabläufe, die nach einer Lernphase weitgehend gleichförmig, ohne bewusste Kontrolle der einzelnen Bewegungskomponenten ausgeführt werden. Ein Beispiel dazu ist die Fähigkeit zu Gehen (Spektrum Lexikon Neurowissenschaft, 2000).
Motorisches Lernen	Ist eine relativ überdauernde, auf Übung oder Erfahrung beruhende Änderung in der Befähigung, eine motorische Fertigkeit zu produzieren (Zürcher Fachhochschule, 2020).

Motorkortex	Der Motorcortex umfasst diejenigen Hirnareale, die mit der Steuerung der Willkürmotorik befasst sind (DocCheck, 2008).
Myelin	Myelin ist eine fetthaltige Biomembran, die die Axone umwickelt. Die so gebildete Myelinscheide erhöht die Nervenleitgeschwindigkeit (Wikipedia, 2019).
Okulomotorik	Bewusste und unbewusste Augenbewegungen (DocCheck, 2019)
Oligodendrozyten	Gliazelle, die die Myelinscheiden im ZNS bilden (DocCheck, 2014).
Ordinalskalierung	Sortiert Variablen mit Ausprägungen, zwischen denen eine Rangordnung besteht (Wikipedia, 2020).
Parese	Lähmung; Teilausfall der motorischen Funktion eines Muskels, einer Muskelgruppe oder einer Extremität (DocCheck, 2019).
Parietalkortex	Dem Parietallappen zugehöriger Teil der Grosshirnrinde. Er enthält den primär und sekundär somatosensorischen Kortex, Assoziationsfelder wie das Lese-Schreib-Zentrum, ist wesentlich für das Sprachverständnis und spielt eine Rolle bei der Vernetzung von Sehrinde und Hörzentrum mit sensorischen und motorischen Hirnarealen (Pschyrembel Online, 2016).
Parästhesie	Eine unangenehme, aber primär nicht schmerzhaft Körperempfindung, die durch nicht adäquate Reize ausgelöst wird (DocCheck, 2019).
Pathogenese	Die Entstehung einer physischen oder psychischen Erkrankung oder den Verlauf eines krankhaften Prozesses bis zu einer Erkrankung (DocCheck, 2016).
Plastizitätsprozesse	Fähigkeit Nervenzellen neu zu bilden, sowie Nervenzellen im Gehirn zu reorganisieren (Pschyrembel Online, 2016).
Plateau	Gleichbleibendes Niveau (Wikipedia, 2020)

Plaques	Entzündungsherde; Begrenzte Zerstörung der Myelinscheiden im ZNS durch Entzündungen (Pschyrembel Online, 2016)
Population	Begriff der Statistik; willkürlich definierbare Gruppe von Individuen, die der statistischen Erhebung von Daten dient (DocCheck, 2009)
Posturale Kontrolle	Die Fähigkeit Haltung und Gleichgewicht zu bewahren. Sie setzt sich aus Posturaler Stabilität und Posturaler Orientierung zusammen (Zürcher Fachhochschule, 2020).
Präfrontalerkortex	Anteil des Frontallappens, der verschiedene kognitive Funktionen und höhere psychische Leistungen im Sinne der Initiative und Planung, des Sozialverhaltens, bestimmter Gedächtnisfunktionen und der Emotionalität erbringt (Pschyrembel Online, 2016).
Prämotorkortex	Die Aufgaben des prämotorischen Kortex sind noch nicht völlig erforscht. Er projiziert direkt in das Rückenmark und könnte deshalb eine direkte Bewegungskontrolle ausüben. Unter anderem hat er die Aufgabe, Bewegungsentwürfe zu erstellen (DocCheck, 2017).
Prävalenz	Die Häufigkeit einer Krankheit oder eines Symptoms in einer Bevölkerung zu einem bestimmten Zeitpunkt (DocCheck, 2020)
Propriozeption	Tiefensensibilität; Eine komplexe Sinneswahrnehmung, wodurch der Körper das Gehirn über die Position beziehungsweise den Aktivitätszustand der Gelenke, Muskeln und Sehnen informiert (DocCheck, 2018).
randomisiert	„nach dem Zufallsprinzip zugeordnet“, „zufällig“ (DocCheck, 2008)
Reflex	Eine unwillkürliche, stereotype Reaktion des ZNS auf einen Reiz (DocCheck, 2018)

Reliabilität	Grad der Genauigkeit, mit dem das zu prüfende Merkmal gemessen wird, das heisst die Zuverlässigkeit eines Tests (mt-togo, 2016).
Remission	Vorübergehende oder dauernde Abschwächung der Symptome bei chronischen Erkrankungen, ohne dass eine Heilung erreicht wird (DocCheck, 2019)
Remyelinisierung	Körpereigene Wiederherstellung der beschädigten Myelinscheide (DocCheck, 2019)
Sensitivität	Prozentuale Erkennung einer Krankheit durch einen Test. Sie wird definiert als der Quotient aus richtig positiven Testergebnissen und der Summe aus richtig positiven und falsch negativen Testergebnissen (DocCheck, 2017).
Sensomotorische Schaltkreise	Sehr vereinfachte Grundstruktur der Informationsverarbeitung des zentralen Nervensystems: Die Bahnen von den peripheren sensorischen Organen über das Rückenmark zur Verarbeitung in die zuständigen Areale des Gehirns, wo das adäquate Programm für eine motorische Antwort zusammengestellt und weitergegeben wird (Trepel, 2017).
Spastik	Tonuserhöhung der Muskulatur, die die Extremitäten in typische, nicht funktionelle Haltungsmuster zwingt (DocCheck, 2019).
Spezifität	Wahrscheinlichkeit, dass tatsächlich Gesunde, die nicht an der untersuchten Erkrankung leiden, im Test auch als gesund erkannt werden. Sie wird definiert als der Quotient aus richtig negativen Testergebnissen und der Summe aus falsch positiven und richtig negativen Testergebnissen (DocCheck, 2020).

Spiegelneuronen	Nervenzellen, die bei eigenen aktiven, aber auch bei passiv beobachteten Bewegungen und Emotionen reagieren. Spiegelneurone befinden sich in mehreren anatomisch voneinander getrennten Gehirnarealen (Psychembel Online, 2016).
Spinaler Schrittmustergenerator	Spezielle Netzwerke von Nervenzellen im Rückenmark, die in der Lage sind, selbstständig rhythmische Muskelkontraktionen zu veranlassen und dadurch eine wichtige Rolle bei kontinuierlichen Bewegungen, beispielsweise dem Gehen, spielen. Die Besonderheit dieser zentralen Aktivitätsmustergeneratoren liegt darin, dass sie nicht wie andere Nervenzellen immer wieder von einem übergeschalteten Hirnzentrum aktiviert werden müssen, sondern nach einer Startaktivierung selbstständig in der Lage sind, in regelmässiger Abfolge Aktionspotentiale zu senden (Wikipedia, 2019).
Synchronisierung	Das zeitliche und zielorientierte Abgleichen von Vorgängen (Spektrum Lexikon Neurowissenschaft, 2000)
T-Lymphozyten	Gehören zur Zellgruppe der Lymphozyten und spielen eine wichtige Rolle im menschlichen Immunsystem. Das „T“ steht für Thymus, wo die Ausdifferenzierung der Zellen stattfindet (DocCheck, 2017).
Ulzeration / Ulkus	Defekt der Haut bis in den Bereich der Dermis oder tiefer, beziehungsweise der Schleimhaut durch alle Wandschichten. Ein Ulkus ist nicht das unmittelbare Ergebnis eines Traumas, sondern kann unter anderem durch infektiöse, immunologische oder angiologische Ursachen entstehen (DocCheck, 2019).
Validität	Gültigkeit; gibt an, ob ein Test beziehungsweise ein Testinstrument tatsächlich das misst, was es messen soll. Die Validität ist das bedeutendste Testgütekriterium (mt-togo, 2016).

Vestibularorgan	Teil des Innenohrs; Es gehört zu den Sinnesorganen und dient der Steuerung des Gleichgewichts (DocCheck, 2019)
Visus	Potenzial eines Lebewesens, durch das Sehorgan diverse Umweltstrukturen als solche wahrzunehmen und zu erkennen (DocCheck, 2020).
Weisse Substanz	Umfasst diejenigen Teile des ZNS, die sich mehrheitlich aus den Fortsätzen (Axonen) von Nervenzellen zusammensetzen. Tiefe, von weisser Substanz umgebene Bereiche bezeichnet man als „Kerne“ (Nuclei) (DocCheck, 2016).
Zentralnervensystem	Im Gehirn und Rückenmark gelegenen Nervenstrukturen (DocCheck, 2017)
Zytokine	Gehören zu den regulatorischen Proteinen, die der Signalübertragung zwischen Zellen dienen und ihre Proliferation und Differenzierung steuern (DocCheck, 2018).

Anhang 3: AICAs Studie 1 – Studie 3

Critical Appraisal Studie 1: Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis
Eftekhsadat et al. (2015)

LF	Studie	Forschungsschritt	Leitfragen Zusammenfassung	Leitfragen kritische Würdigung
1	Introduction	<p>Problembeschreibung Bezugsrahmen/Verortung des Themas, Forschungsfrage/-ziel (Hypothese)</p>	<p>a. Um welches Konzept/Problem handelt es sich? Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf? S. 539 im Abstract: Beeinträchtigungen des Gleichgewichts und der Mobilität sind häufige, lebensverändernde Komplikationen bei Patienten mit Multipler Sklerose (MS).</p> <p>S. 539 linke Spalte: Multiple Sklerose (MS) ist eine chronisch progrediente entzündliche Autoimmunerkrankung des zentralen Nervensystems, die weit verbreitete Funktionsstörungen verursacht. Zu den Symptomen gehören sensorische, kognitive und motorische Beeinträchtigungen. Gleichgewichtsstörungen treten häufig als Folge einer Demyelinisierung des Vestibularisnervs oder der Bereiche um die Vestibulariskerne im Hirnstamm auf.</p> <p>S. 539 linke Spalte: Es wird berichtet, dass körperliche Übungen und Therapien sowohl die körperliche als auch die geistige Funktionsfähigkeit von Personen mit MS erheblich verbessern können, und sie werden immer häufiger als Teil der Behandlungsinterventionen einbezogen.</p> <p>b. Was ist die Forschungsfrage/Hypothese oder das Ziel der Studie? S. 539 im Abstract: In dieser Studie wollten wir die Wirksamkeit eines kurzzeitigen Virtual-Reality (VR)-basierten Gleichgewichtstrainingsprogramms auf die Gleichgewichtsfähigkeit von Patienten mit MS untersuchen.</p> <p>c. Mit welchen Argumenten wurde die Forschungsfrage begründet? S. 539 rechte Spalte: Das auf virtueller Realität (VR) basierende Gleichgewichtstraining hat vielversprechende Ergebnisse bei der Behandlung verschiedener neuromuskulärer Erkrankungen gezeigt. Die Zahl der Studien und experimentellen Anwendungen, die den Nutzen des VR-Trainings bei verschiedenen neuromuskulären Erkrankungen untersuchen, hat in den letzten Jahren stark zugenommen.</p>	<p>a. Beantwortet die Studie eine wichtige Frage der Berufspraxis / BA-Fragestellung? Ja, es zeigt die Wirksamkeit eines kurzzeitigen VR-basierten Gleichgewichtstrainingsprogramms auf die Gleichgewichtsfähigkeit von Patienten mit MS auf.</p> <p>b. Ist die Forschungsfrage/Hypothese/das Ziel klar definiert? Das Ziel ist mehrheitlich klar definiert. Es enthält den Zweck der Studie, die Population und die Intervention. Allerdings wird keine klare Fragestellung formuliert und damit fehlt auch die Erwähnung der zur Beantwortung der Fragestellung benutzten Messinstrumente.</p> <p>c. Wird das Thema/das Problem mit vorhandener empirischer Literatur gestützt? Ja</p> <p>S. 539 linke Spalte: Studien haben über eine hohe Prävalenz von Stürzen und Gleichgewichts- oder Mobilitätsbeeinträchtigungen bei Menschen mit MS berichtet.</p> <p>S. 539 linke Spalte: Es wird berichtet, dass Übungen bei der Verbesserung der Muskelkraft und der aeroben Kapazität, der Mobilität, der Stimmung, der Müdigkeit und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Nutzen sein können.</p> <p>S. 539 rechte Spalte: Das auf virtueller Realität (VR) basierende Gleichgewichtstraining hat vielversprechende Ergebnisse bei der Behandlung verschiedener neuromuskulärer Erkrankungen gezeigt. Die Zahl der Studien und experimentellen Anwendungen, die den Nutzen des VR-Trainings bei verschiedenen neuromuskulären Erkrankungen untersuchen, hat in den letzten Jahren stark zugenommen.</p> <p>S. 539 rechte Spalte: Virtual-Reality-basierte Trainings bieten den Patienten wiederholtes Üben, Feedback-Informationen und Motivation für Ausdauertraining und könnten visuellen, auditiven und taktilen Input sowie Motivation und motorisches Lernen fördern.</p>

Critical Appraisal Studie 1: Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis

Eftekharsadat et al. (2015)

				S. 539 rechte Spalte: Es gibt verschiedene VR-basierte Gleichgewichtstrainingsprogramme, welche bei MS eingesetzt werden.
2	Methods	Design	<p>a. Um welches Design handelt es sich? S. 530 rechte Spalte: einfach geblendete, randomisierte klinische Studie</p> <p>b. Wie wird das Design begründet? Keine Begründung in der Studie</p>	<p>a. Ist die Verbindung zwischen der Forschungsfrage und dem gewählten Design logisch und nachvollziehbar? Ja, es ist ein RCT. Dieses Design eignet sich am besten, um die Wirksamkeit einer Behandlung aufzuzeigen und anschliessend eine patientenorientierte Entscheidung bezüglich der Intervention zu treffen.</p> <p>b. Werden die Gefahren der internen und externen Validität kontrolliert? Es wird im Text nirgends genau auf die Gefahren der internen oder externen Validität hingewiesen. Die interne Validität ist jedoch insofern gegeben, dass die Probanden randomisiert gewählt wurden und die Charakteristiken der Probanden bezüglich des Alters, des BMI-Wertes, der Dauer der Erkrankung und des Geschlechts ähnlich waren. Des Weiteren wurde das Experiment kontrolliert durchgeführt zur ungefähr gleichen Uhrzeit und in der gleichen Reihenfolge.</p> <p>Allerdings wird das genaue Setting in der Studie nicht erwähnt, weshalb eine Verzerrung durch äussere Einflüsse nicht ausgeschlossen werden kann.</p> <p>Es wird darauf geachtet, dass Therapeut und Untersucher geblendet sind.</p> <p>S. 541 rechte Spalte: Die Therapeuten, welche das Trainingsprogramm für die Interventionsgruppe durchführte, wusste nichts von der Gruppenzusammensetzung.</p> <p>Der Untersucher, der die Tests durchführte, war gegenüber der Gruppenzugehörigkeit der Probanden geblendet. Der Untersucher überprüfte die Trainingssitzungen mehrmals, um sicherzustellen, dass der Therapeut das Trainingsprotokoll einhielt.</p> <p>Die Teilnehmenden wurden durch versiegelte Umschläge instruiert.</p>

Critical Appraisal Studie 1: Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis

Eftekharsadat et al. (2015)

				<p>Hierbei wird nicht klar genannt, ob die Teilnehmer in den Umschlägen auch bereits die Information erhielten, ob sie in die Interventions- oder Kontrollgruppe eingeteilt wurden. Somit ist nicht klar, ob auch die Patientinnen und Patienten geblendet waren.</p> <p>Bezüglich der externen Validität kann ein Interaktiver Testeffekt nicht ausgeschlossen werden. Dadurch, dass eine Prä- und eine Postmessung erfolgte, konnte der Proband/die Probandin nach der Prämessung unterschiedlich auf das Verfahren reagieren, indem er sich beispielsweise stärker anstrengte als beim ersten Mal.</p> <p>Des Weiteren verallgemeinern die Autoren dieser Studie die möglichen Ergebnisse generell auf MS-Erkrankte, was so nicht korrekt ist, da ihre gewählte Stichprobe nur ein kleiner Teil der gesamten Population repräsentiert.</p> <p>Bezüglich des Einflusses der Umgebung auf die externe Validität können die Autorinnen dieser Bachelorarbeit nicht viel äussern, da das genaue Setting der Studie nirgends protokolliert ist.</p>
3	Stichprobe	<p>a. Um welche Population handelt es sich? S. 539 rechte Spalte und S. 540 linke Spalte: Es handelt sich um ambulante Patientinnen und Patienten im Alter zwischen 25 und 42 Jahren, welchen an einer schubförmigen oder sekundär-progredienten MS leiden und welche an die neurologische Klinik der Tabriz University of Medical Sciences aus im Iran überwiesen wurden und dort eine Standardbehandlung für MS erhielten.</p>	<p>a. Ist die Stichprobenziehung für das Design angebracht? Ja, die Stichprobenzuteilung erfolgte randomisiert anhand einer computergenerierten Tabelle.</p> <p>b. Ist die Stichprobe repräsentativ in Bezug auf die Zielpopulation? Jein</p> <p>Es handelt sich ausschliesslich um Patientinnen und Patienten aus dem Iran, welche entweder an der schubförmigen oder sekundär-progredienten MS-Form leiden, weshalb eine Übertragung auf alle MS-Betroffenen nicht gemacht werden kann. Des Weiteren wird weder dokumentiert, welche Beeinträchtigungen die Patientinnen und Patienten zeigen, noch wird der Schweregrad der MS-Erkrankung (EDSS) genannt. Des Weiteren wird die genaue Verteilung der MS-Arten auf die Interventions- oder Kontrollgruppe (schubförmig und sekundär-progredient) nicht erwähnt und so kann nicht auf eine gleichmässige Verteilung in den Stichproben geschlossen werden.</p>	

Critical Appraisal Studie 1: Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis
 Eftekharsadat et al. (2015)

			<p>b. Welches ist die Stichprobe? Wer? Wie viel? Charakterisierungen?</p> <ul style="list-style-type: none"> – Interventionsgruppe: n=15 Altersdurchschnitt: 33.4 Jahre Geschlecht (m/f): 5/10 BMI: 24.2 Krankheitsdauer: 5.8 Jahre Mobilität (TUG): 8.67 – Kontrollgruppe: n=15 Altersdurchschnitt: 37.0 Jahre Geschlecht (m/f): 3/12 BMI: 24.9 Krankheitsdauer: 8.3 Jahre Mobilität (TUG): 10.87 <p>c. Wie wurden die Stichproben gezogen?</p> <p>In den Jahren 2011 – 2012 wurden 40 Patienten der neurologischen Klinik in Tabriz (Iran) zufällig ausgewählt, wovon 30 den Kriterien entsprachen. 3 Probanden wurden exkludiert, weil sie nicht teilnehmen wollten und weitere 7 entsprachen nicht den Einschlusskriterien.</p> <p>S. 540 linke und rechte Spalte: Die Probanden wurden anhand einer computergenerierten Tabelle mit Zufallszahlen versehen und wurden dann mittels Zufallsprinzips entweder einer Interventions- oder einer Kontrollgruppe zugewiesen.</p> <p>d. Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?</p> <p>S. 540 linke Spalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Einschlusskriterien: Patientinnen und Patienten der neurologischen Klinik in Tabriz, welche entweder an der schubförmigen oder sekundär-progredienten MS leiden und eine Standardbehandlung für MS kriegen. – Ausschlusskriterien: Patienten mit einem Hintergrund von Diabetes mellitus, Myasthenia gravis, Myopathien, meta- bolischen oder toxischen Neuropathien, degenerativen Erkrankungen des Bewegungsapparates, einer Vorgeschichte von Traumata oder Operationen an den unteren Extremitäten, früheren zerebrovaskulären Unfällen oder schweren kardiopulmonalen Erkrankungen wurden von der Studie ausgeschlossen. 	<p>c. Auf welche Population können die Ergebnisse übertragen werden?</p> <p>Patientinnen und Patienten aus dem Iran welche an entweder schubförmiger oder sekundär-progredienter MS leiden und den Charakteristiken der Probanden entsprechen (Alter, BMI, Geschlecht, Krankheitsdauer).</p> <p>d. Ist die Stichprobengrösse angemessen? Wie wird sie begründet? Beeinflussen die Drop-Outs die Ergebnisse?</p> <p>Die Stichprobengrösse beider Gruppen beträgt 15 Probanden. Es gab während der Studie keine Dropouts und somit auch keine Beeinflussung der Ergebnisse.</p> <p>e. Wie wurden die Vergleichsgruppen erstellt? Sind sie ähnlich?</p> <p>S. 540 rechte Spalte: Die Probanden wurden zufällig einer Interventions- oder Kontrollgruppe zugewiesen. Die Gruppe sind laut den Autoren ähnlich bezüglich des Alters, Geschlechts, BMI und Dauer der Erkrankung</p> <p>S. 541 rechte Spalte: Die Charakteristika der beiden Gruppen sind in Tabelle 1 dargestellt. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Merkmalen der beiden Gruppen. Allerdings wird kein Signifikant-Niveau diesbezüglich angegeben.</p> <p>Allerdings wird kein EDSS-Wert der MS Erkrankung festgelegt und auch die genaue Verteilung der 2 Krankheitsbilder der MS wird nicht erwähnt, daher kann nicht von Ähnlichen Vergleichsgruppen ausgegangen werden.</p> <p>f. Werden Dropouts angegeben und begründet?</p> <p>Es gab ab dem Start der Studie keine Dropouts. Von den ursprünglichen 40 ausgewählten Probanden, starteten 30, welche die Studie auch beendeten. Die restlichen 10 starteten nicht aufgrund von definierten Ausschlusskriterien.</p> <p>S. 541 rechte Spalte: Die Probanden absolvierten die Interventions- bzw. Kontrollprogramme wie vorgeschrieben, und es gab keine Abbrüche während der Studie. Alle Teilnehmer wurden am Ende der Studie erneut bewertet.</p>
--	--	--	--	---

Critical Appraisal Studie 1: Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis
 Eftekharsadat et al. (2015)

			e. Gibt es verschiedene Studiengruppen? S. 540 rechte Spalte: eine Interventions- und eine Kontrollgruppe, mit jeweils je 15 Patienten.	
4		Datenerhebung	<p>a. Welche Art von Daten wurde erhoben? Es wurden physiologische Messungen durchgeführt und gezielte Assessment-Test zur Einschätzung des Sturzrisiko.</p> <p>b. Wie häufig wurden Daten erhoben? Zweimal: zu Beginn der Studie und nach 12 Woche</p>	<p>a. Ist die Datenerhebung in Bezug auf die Fragestellung nachvollziehbar? Ja</p> <p>In der Studie möchten sie die Wirksamkeit des VR-Training auf die Gleichgewichtsfähigkeit von Patienten und Patientinnen mit MS untersuchen und dafür sind Untersuchungen die die Kraftverhältnisse (so wie der MMT) aber auch welche das Gleichgewicht repräsentieren (alle übrigen Messungen) wichtig. Daher ist die Datenerhebung nachvollziehbar.</p> <p>b. Sind die Methoden der Datenerhebung bei allen Teilnehmenden gleich? Die Teilnehmer wurden durch versiegelte Umschläge instruiert. Allerdings wird die Instruktion in den Umschlägen nirgends notiert und es wird auch nirgends erwähnt, dass alle denselben Umschlag erhielten.</p> <p>Die Ergebnismessungen wurden zu Beginn der Studie und nach 12 Wochen zur ungefähr gleichen Tageszeit und in der gleichen Reihenfolge durchgeführt. Die Probanden absolvierten die Interventions- und Kontrollprogramme wie vorgeschrieben, und es gab keine Abbrüche. Allerdings wird das genaue Setting der Ergebnismessung nicht erwähnt.</p> <p>c. Wurden die Daten von allen Teilnehmenden komplett/vollständig erhoben? Von allen Teilnehmenden, welche die Studie beendeten, wurden Daten erhoben.</p> <p>S. 541 rechte Spalte: Alle Teilnehmer wurden am Ende der Studie erneut bewertet. Die Probanden absolvierten die Interventions- und Kontrollprogramme wie vorgeschrieben, und es gab keine Abbrüche.</p>

Critical Appraisal Studie 1: Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis

Eftekharsadat et al. (2015)

5	Messverfahren & Messinstrumente (Variablen)	<p>a. Welche Messinstrumente wurden zur Datenerhebung benutzt (Begründung)?</p> <ul style="list-style-type: none"> – MMT zur Beurteilung der Muskelkraft – TUG zur Beurteilung der Mobilität Ashworth-Skala zur Beurteilung der Muskelspastizität und -tonus – Romberg-Test zur Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit – BBS (Berg Balance Scale) zur Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit – Biodex Balance System-Test zur Beurteilung der Sturzgefahr und posturalen Stabilität <p>Die verwendeten Messinstrumente werden nicht expliziert begründet.</p> <p>Zusätzlich Charakteristika der Probanden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Alter – Geschlecht – Dauer der Erkrankung – BMI-Wert <p>b. Welche Intervention wird getestet?</p> <p>Alle Probanden der Interventionsgruppe absolvierten ein posturales Stabilitätstraining (PST) mit dem Biodex Balance System SD für 20 Minuten pro Sitzung, zweimal pro Woche über 12 Wochen. Beim PST werden bestimmte Bewegungsmuster oder -strategien simuliert, indem Marker an bestimmten Stellen auf dem Bildschirmgitter platziert werden. Die Probanden versuchten in jeder Sitzung neunmal Ziele mit einem Bildschirmcursor zu berühren, der von den Beinen der Probanden auf der Plattform des Gerätes manövriert wird. Die Stabilität der Plattform war auf 6 (mässig) eingestellt. Die Probanden der Kontrollgruppe erhielten keine Intervention, sondern wurden nach den 12 Wochen für alle Ergebnismessungen erneut evaluiert.</p> <p>Klarere Beschreibung wäre notwendig. In welchem Range kann die Stabilität der Plattform eingestellt werden? Wieso wurde sie auf 6 eingestellt? Wieso wurde auf der Stufe 6 trainiert jedoch auf der Stufe 8 getestet? Wie sah das gesamte Setting aus?</p>	<p>a. Sind die Messinstrumente zuverlässig (reliability)?</p> <p>In der Studie werden der TUG und der BBS mit einer sehr guten Reliabilität beschrieben. Zu den anderen Messinstrumenten wird nichts erwähnt.</p> <p>Damit Messinstrumente reliabel sein können, müssen sie zunächst objektiv sein.</p> <p>Der MMT und auch die Ashworth-Skala beruhen auf einem subjektiven Empfinden des Untersuchers. Daher kann hier diskutiert werden, wie objektiv (und somit auch reliabel) diese Messinstrumente sind (da ein Untersucher mit mehr Kraft dem Patienten im MMT eher eine 4 gibt, wobei ein eher schwächerer Untersucher dem Patienten für die gleiche Kraft eine 5 gibt)</p> <p>Des Weiteren beruhen auch der Romberg-Test und Teile aus dem BBS und Teile aus dem Biodex-Balance-System-Test auf subjektivem Empfinden des Prüfers. Daher ist auch hier fraglich wie reliabel diese Messinstrumente sind.</p> <p>Allerdings sind Tests wie der BBS, Romberg, MMT, Ashworth-Skala und auch der Biodex-Balance-System-Test standardisierte Tests und somit einigten sich die Autorinnen dieser Bachelorarbeit, dass die verwendeten Messinstrumente weitgehend reliabel sind.</p> <p>b. Sind die Messinstrumente valide (validity)?</p> <p>Bezüglich der Validität der Messinstrumente wird von den Autoren in der Studie nichts erwähnt.</p> <p>Die verwendeten Messinstrumente sind jedoch insofern valide, dass sie tatsächlich das messen, was sie messen sollen.</p> <p>c. Wird die Auswahl der Messinstrumente nachvollziehbar begründet?</p> <p>Die Auswahl der Messinstrumente wird nicht begründet. Allerdings werden die Messinstrumente alle mehrheitlich genau beschrieben, weshalb sie daher nachvollziehbar sind.</p>
---	---	---	---

Critical Appraisal Studie 1: Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis
Eftekhsadat et al. (2015)

				<p>d. Sind mögliche Einflüsse/Verzerrungen auf die Intervention beschrieben? Keine Erwähnung möglicher Verzerrungen. Die Intervention hätte ebenfalls genauer erläutert werden können. Des Weiteren hätte erklärt werden sollen, wieso mit einer Plattform-Stabilität 6 trainiert wurde jedoch der Test mit einer Plattform-Stabilität 8 durchgeführt wird.</p>
6	Datenanalyse	<p>a. Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf? Folgende Variablen wurden dazu gewählt: TUG, BBS, FRi und OSi</p> <p>TUG: Intervallskaliert BBS, FRi und OSi: ordinalskaliert (Rangordnung)</p> <p>S. 541 rechte Spalte: Die Daten wurden auf der Basis von Normalbereichsgrenzen umkodiert und die resultierenden kategorialen Daten</p> <p>Intervallskalierung gehört jedoch in die metrischen Daten.</p> <p>Geschlecht: nominal Alter: absolut BMI: absolut Jahre seit der Diagnose: absolut</p> <p>b. Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse genutzt (deskriptive und/oder schliessende)? Alle statistischen Analysen wurden mit der Statistiksoftware SPSS Version 16.0 durchgeführt.</p> <p>Die Werte werden zwischen den Gruppen mit dem unabhängigen t-Test und vor und nach der Intervention mit dem gepaarten t-Test verglichen. Die resultierenden kategoriale Daten wurden zwischen den Gruppen mit dem Chi-Quadrat-Test oder falls erforderlich mit dem exakten Test von Fischer verglichen.</p> <p>c. Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt? S.541 rechte Spalte: P-Werte <0.05 wurden als statistisch signifikant angesehen.</p>	<p>a. Werden die Analyseverfahren klar beschrieben? Die Analyseverfahren werden klar genannt und beschrieben allerdings wird nicht erklärt weshalb diese Analyseverfahren gewählt wurden.</p> <p>b. Wurden die statischen Verfahren in Bezug auf die Fragestellung sinnvoll angewendet? Teilweise</p> <p>c. Entsprechen die statistischen Analyseverfahren den Datenniveaus? Kategoriale Skalierung: Ordinalskaliert Metrische Skalierung: Intervallskaliert Abhängige Variable: TUG; BBS, FRi und OSi Unabhängige Variable: Kontroll- und Interventionsgruppe</p> <p>Unabhängiger t-Test:</p> <ul style="list-style-type: none">– Unabhängigkeit der Messung wird erreicht (Bedingung ist erfüllt, da keine Person der einen Gruppe auch in der anderen Gruppe vorkommt das heisst 2 unabhängige Gruppen)– abhängige Variable soll mind. intervallskaliert sein (2/3 der abhängigen Variablen sind ordinalskaliert → nicht erfüllt)– die unabhängige Variable ist nominalskaliert und hat 2 Ausprägungen (Kontroll- und Interventionsgruppe; schubförmige und sekundär-progredienten MS)– die Besten Ergebnisse werden geliefert, wenn die Daten normalverteilt sind (erreicht) <p>Gepaarter t-Test:</p> <ul style="list-style-type: none">– Es werden die exakt gleichen Gruppen getestet auf eine bestimmte abhängige Variable; oder die eine Gruppe wird auf eine bestimmte Intervention getestet, die andere Gruppe auf eine andere und dann gibt es ein Cross-Over; oder gematchter Paarvergleich– Vergleich von gleichen Gruppen zu 2 unterschiedlichen Zeitpunkten	

Critical Appraisal Studie 1: Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis
Eftekhsadat et al. (2015)

				<ul style="list-style-type: none"> – abhängige Variable sollte mindestens intervallskaliert sein (2/3 der abhängigen Variablen sind ordinalskaliert → nicht erfüllt) – unabhängige Variable ist nominalskaliert und besitzt 2 Ausprägungen (Kontroll- und Interventionsgruppe; schubförmige und sekundär-progredienten MS) – die Daten müssen nicht unbedingt normalverteilt sein (sind sie aber in dieser Studie) <p>Chi-Quadrat-Test:</p> <ul style="list-style-type: none"> – testet ob zwei oder mehr kategoriale Variablen abhängig voneinander sind resp. statisch unabhängig voneinander sind. Man kann mit einem Chi-Quadrat Test für Unabhängigkeit auch ordinale Variablen untersuchen, verliert aber durch die Skalentransformation an Information – Die Variablen müssen nominalskaliert sein also kategorial sein (2/3 erfüllt) und die Gruppen sollen unabhängig voneinander sein. – Bei ordinalskalierten Variablen sind daher andere Verfahren vorzuziehen, wie beispielsweise Spearman's rho, Kendall's tau oder die Mantel-Haenszel Statistik. Bei drei oder mehr Variablen ist es oft besser, eine loglineare Analyse vorzuziehen – Unabhängigkeit der Messung wird erreicht (Bedingung ist erfüllt, da keine Person der einen Gruppe auch in der anderen Gruppe vorkommt das heisst 2 unabhängige Gruppen) <p>Laut den Datenniveaus hätte vielleicht besser Tests wie Speraman's rho oder Mann-Withney-U-Test (eine nicht parametrische Alternative zum ungepaarten t-Test) verwendet werden sollen. Der Mann-Whitney-U-Test wird vor allem verwendet, wenn die Daten ordinal skaliert sind, oder die die Voraussetzungen für den ungepaarten t-Test nicht gegeben sind. Mit dem Mann-Whitney-U-Test wollen die Forscher nach erfolgreicher Datenerhebung feststellen, ob sich beide Gruppen hinsichtlich ihres Gleichgewichts (gemessen mit TUG; BBS; FRi und OSi) signifikant voneinander unterscheiden. Im Mann-Withney-U-Test werden keine Mittelwerte, sondern mittlere Ränge verglichen (allerdings verwenden</p>
--	--	--	--	---

Critical Appraisal Studie 1: Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis
Eftekhsadat et al. (2015)

				<p>die Autoren der Studie Mittelwerte mit +/- Standardabweichung)</p> <p>Wenn wir dieselben Versuchsteilnehmer zweimal messen, würden wir einen gepaarten t-Test machen. Wenn wir aber zwei Gruppen haben, die wir jeweils zweimal gemessen haben, beispielsweise eine Experimentalgruppe und eine Kontrollgruppe, jeweils einmal vor und dann nach einer Intervention, können wir ebenfalls den Mann-Whitney-U-Test rechnen. Dabei dient die Differenz zwischen pre- und post-Werte als abhängige Variable und die Intervention (VR-Training) als unabhängige Variable</p> <p>d. Erlauben die statistischen Angaben eine Beurteilung? Ja. Die Angaben wurden zuerst auf Normalverteilung umcodiert, weshalb ein Vergleich möglich ist.</p> <p>e. Ist die Höhe des Signifikanzniveaus nachvollziehbar und begründet? Ist nachvollziehbar und ein Signifikanzniveau von 5% muss nicht explizit begründet werden</p>
7		Ethik	<p>a. Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt? Es werden keine ethischen Fragen diskutiert. Die Studie wurde allerdings von einem Ethikkomitee der wissenschaftlichen und ethischen Prüfungskommission der Tabriz University of Medical Science genehmigt. Die Teilnehmer mussten eine Einverständniserklärung zu ihrer Teilnahme unterzeichnen.</p> <p>b. Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden? S.539 rechte Spalte: Ja mit der Genehmigung der wissenschaftlichen und ethischen Prüfungskommission der Tabriz University of Medical Sciences</p>	<p>a. Inwiefern sind alle relevanten ethischen Fragen diskutiert und entsprechende Massnahmen durchgeführt worden? S. 540 linke Spalte: Die Teilnehmer wurden in die Studie aufgenommen, nachdem sie eine Einverständniserklärung zu ihrer Teilnahme unterzeichnet hatten.</p> <p>b. Unter anderem zum Beispiel auch die Beziehung zwischen Forschenden und Teilnehmenden? S. 540 linke Spalte: Die Teilnehmer wurden durch versiegelte Umschläge instruiert.</p>

Critical Appraisal Studie 1: Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis
 Eftekharsadat et al. (2015)

8	Results	Ergebnisse	<p>a. Welche Ergebnisse werden präsentiert? S. 541 rechte Spalte: Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Merkmalen der beiden Gruppen einschliesslich Alter, Geschlecht, BMI und Dauer der Erkrankung.</p> <p>Die Ergebnisse des manuellen Muskeltests (MMT) für das Handgelenk, die Hüfte und das Knie unterschieden sich nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen vor oder nach der Intervention ($p > 0.05$).</p> <p>Die Ashworth-Skala-Scores von Knie und Hüfte unterschieden sich ebenfalls nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen vor oder nach der Intervention ($p > 0.05$). S. 542 li Spalte: Nur ein Proband in der Kontrollgruppe war zu Beginn der Studie positiv im Romberg-Test, und dieser Proband war auch der Einzige, der nach 12 Wochen positiv im Romberg-Test auffiel ($p = 0.5$).</p> <p>Nach der 12-wöchigen Intervention hatte sich die TUG-Zeit in der Interventionsgruppe signifikant verringert und verbessert ($p = 0.003$), in der Kontrollgruppe hatte sie sich jedoch erhöht ($p > 0.05$). Die Veränderung im TUG waren in der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant besser ($p = 0.01$).</p> <p>Der BBS-Score nach 12 Wochen war in beiden Gruppen gesunken, aber der Rückgang war nicht signifikant ($p > 0.05$). Die BBS-Veränderungen waren nicht signifikant unterschiedlich zwischen den Gruppen ($p > 0.05$). Es gab eine signifikante Verbesserung von FRI und OSi in der Interventionsgruppe ($p = > 0.001$ und $p = 0.005$). Aber die Veränderung der Kontrollgruppe war nicht signifikant ($P > 0.05$). Die Interventionsgruppe hatte auch signifikant bessere FRI- und OSi-Änderungen während des Studienzentrums im Vergleich zur Kontrollgruppe ($P = 0.002$ und $P = 0.04$).</p> <p>b. Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie? Nach der 12-wöchigen Intervention hatte sich die TUG-Zeit in der Interventionsgruppe signifikant verringert und verbessert ($p = 0.003$), in der Kontrollgruppe hatte sie sich jedoch erhöht ($p > 0.05$). Die Veränderung im TUG waren</p>	<p>a. Sind die Ergebnisse präzise? Ja. Die Ergebnisse werden jeweils als Mittelwerte mit +/- Standardabweichung dargestellt.</p> <p>b. Wenn Tabellen / Grafiken verwendet wurden, entsprechen diesen folgenden Kriterien? Sind sie präzise und vollständig (Titel, Legenden..)? Sind sie eine Ergänzung zum Text? Ergebnisse des MMT, der Ashworth-Skala und des Romberg-Test werden verbal präsentiert. Alle waren nicht signifikant. Nur ein Proband war vor und nach der Intervention positiv im Rombergtest.</p> <p>Die Ergebnisse des TUG, BBS, Fri und OSi wurden in Textform und zusätzlich in einer Tabelle dargestellt. In der ersten Tabelle wurde die Vergleiche des TUG, BBS, Fri und OSi vor und nach der Intervention und zusätzlich mit dem 95% CI jeweils in einer Spalte für die Interventions- und in einer anderen für die Kontrollgruppe dargestellt. In der zweiten Tabelle wurden die Vergleiche der Veränderungen der Tests TUG, BBS, Fri und OSi dargestellt aufgeteilt in eine Interventions-, Kontrollgruppe und in eine Spalte für den 95% CI.</p> <p>Sämtliche Tabellen sind beschriftet, vollständig und besitzen eine nachvollziehbare Legende. Sie ergänzen den Text auf verständliche Weise.</p>
---	---------	------------	--	--

Critical Appraisal Studie 1: Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis

Eftekharsadat et al. (2015)

			<p>in der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant besser ($p = 0.01$).</p> <p>Es gab eine signifikante Verbesserung von FRI und OSI in der Interventionsgruppe ($p = > 0.001$ und $p = 0.005$). Die Interventionsgruppe hatte signifikant bessere FRI und OSI-Änderungen während des Studienzeitraumes im Vergleich zur Kontrollgruppe ($p = 0.002$ und $p = 0.04$).</p> <p>c. Werden die Ergebnisse verständliche präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)? Ja. Die wichtigsten Resultate wurden in Textform aufgeführt und in einer Tabelle dargestellt.</p>	
9	Diskussion	<p>a. Werden signifikante und nicht signifikante Ergebnisse erklärt? Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</p> <p>Die Autoren nennen die signifikanten Ergebnisse der Studie, allerdings nicht alle nicht signifikanten Ergebnisse, und vergleichen diese mit bestehender Literatur (erwähnen die Studien).</p> <p>Die Ergebnisse interpretieren sie insofern, dass diese zeigen, dass ein VR-basiertes Gleichgewichtstraining günstige Ergebnisse hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeit von Patienten mit MS erbringen könnte.</p> <p>S. 543 rechte Spalte: Unsere Ergebnisse deuten also darauf hin, dass VR-basierte Gleichgewichtstrainingsprogramme effektiv und erfolgreich die Gleichgewichtsleistung von MS-Patienten verbessern, wie die Ergebnisse der Sturzrisiko- und Haltungsstabilitätstests zeigen.</p> <p>S. 543 linke Spalte: Es wird berichtet, dass VR-Training die Grosshirnrinde aktivieren kann, was die räumliche Orientierungsfähigkeit der Patienten, die Fähigkeit, das Gleichgewicht zu kontrollieren und die Bewegungsfunktion, Grobmotorik und Koordination zu steigern, verbessert.</p> <p>Sie vergleichen die Ergebnisse mit anderen Studien, dabei erwähnen sie die Studien teilweise im Text, mehrheitlich referenzieren sie diese jedoch nur mit Zahlen.</p>	<p>a. Werden alle Resultate diskutiert?</p> <p>Es werden nicht alle Resultate diskutiert. Die signifikanten Ergebnisse werden nochmals aufgelistet und der eine Proband welche im Romberg-Test positiv war, wird nochmals erwähnt.</p> <p>b. Stimmt die Interpretation mit den Resultaten überein?</p> <p>Die Interpretation stimmt mit den Resultaten überein. In dieser Studie haben sich signifikante Verbesserungen in der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe gezeigt, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass ein VR-Balance-Training die Gleichgewichtsfähigkeit von MS-Patientinnen und -Patienten, die den Kriterien dieser Studie entsprechen, verbessern könnte. Allerdings verallgemeinern die Forscher dieser Studie die Ergebnisse auf die gesamte MS-Population, was so nicht korrekt ist, da die untersuchten Stichproben nur einen sehr kleinen Teil der gesamten MS-Population darstellen (nicht klar welche EDSS-Werte die Patienten hatten, nicht klar wie der Anteil der 2 MS-Arten in den 2 Stichproben war, nicht klar welche Einschränkungen die Patienten hatten, Stichprobe sehr klein, MS-Patienten vom Iran)</p>	

Critical Appraisal Studie 1: Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis

Eftekharsadat et al. (2015)

		<p>Diskussion</p> <p>b. Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden? Ja S. 543 rechte Spalte: Unsere Ergebnisse deuten also darauf hin, dass VR-basierte Gleichgewichtstrainingsprogramme effektiv und erfolgreich die Gleichgewichtsleistung von MS-Patienten verbessern, wie die Ergebnisse der Sturzrisiko- und Haltungsstabilitätstests zeigen.</p> <p>c. Werden Limitationen diskutiert? Ja S. 543 linke und rechte Spalte: Diese Studie hat einige Stärken und einige Mängel. In dieser Studie haben wir subjektive Methoden zur Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit der Probanden ausgewertet, während die Mehrheit der bisherigen Studien die Gleichgewichtsfähigkeit von Patienten mit MS anhand einer Art subjektivem klinischem Test oder Selbstbericht untersucht hat. Tests wie der BBS oder der Romberg-Test basieren auf klinischen Beobachtungen durch einen Kliniker, so dass sie anfällig für Beobachtungsfehler sein können. Die Einschränkungen dieser Studie waren die kurzfristige (12 Wochen) Intervention und das Fehlen von Gleichgewichtstrainingsprogrammen für zu Hause.</p> <p>d. Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen? Ja S. 542 rechte Spalte: Unsere Ergebnisse stehen im Einklang mit den Erkenntnissen einiger Studien in der Literatur.</p> <p>Allerdings wird sehr oberflächlich auf die Studie eingegangen und gezielt Vergleiche werden spärlich angesprochen.</p> <p>Die Autoren erwähnen im Diskussionsteil sowohl Studien, die eine andere Intervention getestet haben (ohne VR) also auch Studien mit ähnlichen Interventionen (mit VR). Die Ergebnisse werden teilweise mit Studien mit ähnlichen Interventionen verglichen.</p>	<p>c. Werden die Resultate in Bezug zur Fragestellung/Zielsetzung/Hypothese und anderen Studien diskutiert und verglichen? Ja S. 542 rechte Spalte: Diese Ergebnisse zeigten, dass ein VR-basiertes Gleichgewichtstraining günstige Ergebnisse hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeit von Patienten mit MS erbringen könnte.</p> <p>Ja S. 543 linke Spalte: Ähnlich wie unsere Ergebnisse beobachteten Cattaneo et al. eine deutliche Reduktion der Anzahl Stürze und eine Verbesserung der klinischen Tests des statischen Gleichgewichts (BBS) und des dynamischen Gleichgewichts (dynamic Gait Index). Horlings und Mitarbeiter berichteten ebenfalls, dass das VR-Gleichgewichtstraining die Reaktionszeit, die posturale Stabilität, das Gleichgewicht und die Gehfunktion der Patienten effektiv verbesserte.</p> <p>d. Wird nach alternativen Erklärungen gesucht? Nein</p>
--	--	--	--

Critical Appraisal Studie 1: Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis

Eftekharsadat et al. (2015)

10		Schlussfolgerungen Anwendung und Verwertung in der Praxis	<p>a. Welche Implikationen für die Praxis, Theorien und zukünftige Forschung sind beschrieben?</p> <p>S. 543 rechte Spalte: Die Autoren schlagen weitere Studien zur Wirkung des virtuellen Gleichgewichtstrainings bei MS-Patienten vor, um die Ergebnisse dieser Studie mit anderen objektiven diagnostischen Tests in verschiedenen Settings zu bestätigen.</p>	<p>a. Ist die Studie sinnvoll? Werden Stärken und Schwächen aufgewogen?</p> <p>Die Studie ist sicherlich sinnvoll, um einen ersten Einblick in die noch neue Thematik der VR-Therapie zu erlangen. Allerdings verallgemeinern die Forscher dieser Studie die Ergebnisse zu stark auf eine gesamte MS-Population, was kontroverse und falsche Hoffnungen erzielen kann, da die Ergebnisse dieser Studie nur auf eine kleine Stichprobe zutreffend sind.</p> <p>Es werden Stärken und Schwächen aufgewogen allerdings werden viele Schwächen nicht erwähnt, so bsp. die sehr kleine Stichprobenanzahl von 15 Personen, oder auch die unzureichende Charakterisierung der Probanden bezüglich der MS-Erkrankung (EDSS Wert, Anteil der 2 MS-Arten in den Stichproben usw.). Des Weiteren hätte die Intervention noch klarer beschrieben werden können (so z. B. auch wieso sie sich für das Stabilitäts-Niveau 6 entschieden haben)</p> <p>b. Wie und unter welchen Bedingungen sind die Ergebnisse in die Praxis umsetzbar?</p> <p>Gleichgewichtsstörungen sind häufige Symptome bei MS-Patienten, die das Risiko von Stürzen erhöhen und die Patientinnen und Patienten in ihren täglichen Lebensaktivitäten einschränken. Die Ergebnisse zeigen auf, dass Virtual Reality basierte Interventionen als wirksame Alternative zur Physiotherapie zur Verbesserung des Gleichgewichts und des Gangs von Pateinten mit einer MS-Erkrankungen dienen könnten.</p> <p>c. Wäre es möglich die Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen?</p> <p>Die Studie könnte in einem anderen Setting wiederholt werden, sofern die gleichen Messinstrumente zur Datenerhebung zum Einsatz kommen würden und ebenso das gleiche Trainingsprogramm durchgeführt werden würde. Allerdings müssten die Charakteristika der Gruppen bezüglich der MS-Erkrankung (EDSS-Wert) und der Anteil der MS-Ausprägung in den Gruppen klarer beschrieben werden damit dies so wiederholbar wäre.</p>
----	--	---	--	---

Anmerkung. LF = Leitfrage

Critical Appraisal Studie 2: An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis
 Peruzzi et al. (2016)

LF	Studie	Forschungsschritt	Leitfragen Zusammenfassung	Leitfragen kritische Würdigung
1	Introduction	Problembeschreibung Bezugsrahmen/Verortung des Themas, Forschungsfrage/-ziel (Hypothese)	<p>a. Um welche Konzepte/Problem handelt es sich? S. 1 links/S. 1 rechts: MS ist die häufigste Krankheit des ZNS, die bei jungen Erwachsenen zu Einschränkungen führt. Die bekannten motorischen Probleme bei Personen mit MS führen zu einer der grössten Limitationen für die Betroffenen, zur Verschlechterung der Gehfähigkeit. In Kombination mit der bereits früh im Krankheitsstadium abnehmenden Fähigkeit Dualtasks zu bewältigen, sind diese Menschen einem höheren Sturzrisiko ausgesetzt.</p> <p>b. Was ist die Forschungsfrage/Hypothese oder das Ziel der Studie? S. 2 links: Ziel dieser Studie ist es, die Effekte zwei verschiedener 6-wöchigen Laufbandtrainings (normales Laufbandtraining und VR-basiertes Laufbandtraining) auf Gangmessungen zu vergleichen. Die Autoren verfolgen die Hypothese, dass beide Trainings die motorischen Funktionen verbessern, das VR-basierte Training aber die motokognitiven Dualtask-Leistungen steigert.</p> <p>c. Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</p> <p>d. Mit welchen Argumenten wurde die Forschungsfrage begründet? S. 1 rechts/S. 2 links: Ein normales Laufbandtraining ohne VR-Anwendungen verbessert die Gehgeschwindigkeit sowie die Ausdauer. Um die Gangsicherheit im Alltag zu verbessern, ist ein Training mit gleichzeitig motorischen und kognitiven Aspekten notwendig. Hier kommt VR ins Spiel. Das VR-Laufbandtraining hat bei Patienten mit anderen neurologischen Erkrankungen positive Ergebnisse bezüglich Gangsicherheit und kognitiven Einschränkungen gezeigt. Erste Pilotstudien zeigen, dass diese Intervention auch die Gehfähigkeit unter Dualtask bei Menschen mit MS positiv beeinflusst.</p>	<p>a. Beantwortet die Studie eine wichtige Frage der Berufspraxis / BA-Fragestellung? Ja, es ist aus physiotherapeutischer Sicht relevant zu wissen, ob ein VR-basiertes Laufbandtraining Mehrwert bezüglich Gangsicherheit unter Dualtask ergibt. Da diese Arbeit den Effekt zweier Interventionen vergleicht, gibt sie lediglich Aufschluss über den Erfolgsunterschied und nicht direkt über den alleinigen Effekt vom VR-basierten Training. Bezüglich Variablen unserer Fragestellung ist die Studie mehrheitlich zutreffend. Das VR-basierte Laufband ist ein Virtual Reality Tool. Das VR-basierte Laufbandtraining ist ein Gehtraining und beinhaltet damit das Balancetraining. Die Population stimmt mit unserer Fragestellung überein.</p> <p>b. Ist die Forschungsfrage/Hypothese/das Ziel klar definiert? Das Ziel und die Hypothese sind klar definiert, was jedoch fehlt, ist die Definition der Messinstrumente. Um den Einfluss nur auf motorischer bzw. auf motorischer und kognitiver Ebene zu beurteilen sind passende Assessments nötig.</p> <p>c. Wird das Thema/das Problem mit vorhandener empirischer Literatur gestützt? S. 1 links: Die Prävalenz von MS sowie die häufigsten Symptome der Krankheit inklusive der Gangunsicherheit sind mit Literatur hinterlegt. S. 1 rechts: Durch verschiedene literarische Arbeiten wird der Zusammenhang zwischen den MS-bedingten Beeinträchtigungen und dem Sturzrisiko sowie die bisherige Gang-Rehabilitation von Patienten mit MS beschrieben. S. 2 links: Die Wirksamkeit von VR-basiertem Laufbandtraining bei Parkinson- und Strokepatienten wurde in diversen Studien aufgezeigt. Eine Pilotstudie mit MS-Patienten ist referenziert.</p>

Critical Appraisal Studie 2: An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis
 Peruzzi et al. (2016)

2	Methods	Design	<p>a. Um welches Design handelt es sich? S. 2/rechts: single blind randomized controlled trial (einfach verblendete randomisierte klinische Studie)</p> <p>b. Wie wird das Design begründet? Die Designauswahl wird nicht begründet.</p>	<p>a. Ist die Verbindung zwischen der Forschungsfrage und dem gewählten Design logisch und nachvollziehbar? Die Wahl einer Pre-Post-Erhebung mit Kontrollgruppe ist in Bezug zur Fragestellung sinnvoll. Es hätte auch eine Case Control Study in Betracht gezogen werden können, indem die Initianten der Studie die Einschlusskriterien sehr eng gehalten haben, ist auch die Wahl des RCT nachvollziehbar.</p> <p>b. Werden die Gefahren der internen und externen Validität kontrolliert? Auf die interne Validität wird im Text nicht verwiesen. Jedoch kann aufgrund folgender Aussagen angenommen werden, dass die interne Validität gegeben ist.</p> <ul style="list-style-type: none"> – S. 2/rechts: Die Teilnehmenden wurden computergeneriert randomisiert auf die Kontroll- und Interventionsgruppe aufgeteilt. Die elektronische Randomisierungssequenz wurde durch einen nicht in die Auswahl der Teilnehmenden Wissenschaftler generiert. – S. 4/links und S. 4 Tabelle 1: Es bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Teilnehmenden der Kontroll- und der Interventionsgruppe zum Zeitpunkt der Baseline. – S. 5/links: Es wird darauf hingewiesen, dass die Teilnehmenden der Interventionsgruppe bei der Baseline mehr, wenn auch nicht signifikant, klinische Beeinträchtigungen gemessen am EDSS aufwiesen. – S. 3/rechts: Alle Assessments wurden unter den gleichen Umständen (z. B. Tageszeit) und vom gleichen Assessor durchgeführt. Der Assessor ist unabhängig und kennt die Gruppenzugehörigkeit der Teilnehmenden nicht – S. 4/links: Es wird festgestellt, dass keine nachteiligen Ereignisse während der Intervention aufgetreten sind. Die Gruppen haben eine vergleichbare Anzahl Trainings erhalten. <p>Die externe Validität wird in den Limitationen erwähnt. S. 6/links: Die externe Validität könnte durch die kleine Stichprobe eingeschränkt sein.</p> <p>Des Weiteren ist ein interaktiver Testeffekt nicht auszuschliessen. Dadurch, dass eine Prä- und eine</p>
---	---------	--------	--	--

Critical Appraisal Studie 2: An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis
Peruzzi et al. (2016)

				<p>Postmessung erfolgte, kann es sein, dass sich Probanden unterschiedlich stark engagierten. Auch tagesabhängige Leistungsfähigkeiten wurden nicht berücksichtigt.</p> <p>Das Setting entspricht einem bekannten Rehabilitationssetting und scheint die externe Validität nicht zu gefährden.</p>
3		Stichprobe	<p>a. Um welche Population handelt es sich? S. 2/links: Patienten mit einem schubförmigen remittierenden MS Verlauf.</p> <p>b. Welches ist die Stichprobe Wer? Wie viel? Charakterisierungen? S. 2/links und S. 2 Abbildung 1: 31 Menschen vom Multiple Sklerose Center im Sassari University Hospital in Sardinien, die im Expanded Disability Status Scale (EDSS) zwischen 3 und 5.5 Punkten und im Mini-mental State Examination Score 26 oder mehr Punkte erreichen, sowie in den letzten 6 Monaten vor Studienbeginn keinen Rückfall hatten. Analysiert wurden schlussendlich 25 Datensätze.</p> <p>c. Wie wurden die Stichproben gezogen? S. 2/links: Fortlaufende Rekrutierung im oben erwähnten Center.</p> <p>d. Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet? S. 2/links: Ausschlusskriterien: Sonstige chronische Krankheiten, schwere visuelle Einschränkungen, schwere Ataxie und schwere Depressionen, Botulinum Toxin Injektion in den letzten vier Monaten, Operationen in den letzten sechs Monaten</p> <p>Begründet wird die Auswahl nicht.</p> <p>e. Gibt es verschiedene Studiengruppen? S. 4 Tabelle 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Interventionsgruppe N=14 Geschlecht F/M: 8/6 Durchschnittsalter: 43.6 Jahre seit Diagnose: 11.8 – Kontrollgruppe N=11 Geschlecht F/M: 7/4 Durchschnittsalter: 42 Jahre seit Diagnose: 12.4 	<p>a. Ist die Stichprobenziehung für das Design angebracht? Da das RCT-Design mit einer kleinen Stichprobengröße gewählt wurde, ist es angebracht, die demografischen und klinischen Charakteristiken eng einzugrenzen, um der Gefahr einer enormen Ungleichheit entgegenzuwirken.</p> <p>b. Ist die Stichprobe repräsentativ in Bezug auf die Zielpopulation? Auf welche Population können die Ergebnisse übertragen werden? Geht man von der enorm grossen Zielpopulation von allen MS Patienten mit einem schubförmigen remittierenden Verlauf aus, ist die Stichprobe für eine Repräsentation zu klein. Die Ergebnisse können auf Menschen mit MS mit einem schubförmigen remittierenden Verlauf, aber keinem akuten Schub, mit minimaler bis mittlerer körperlicher Einschränkungen und stabiler mentaler Gesundheit übertragen werden.</p> <p>Die geografisch eingeschränkte Stichprobenziehung ist zu berücksichtigen, spielt aber vorerst eine zweitrangige Rolle, da im Verlauf der Krankheit keine geografischen Unterschiede bekannt sind.</p> <p>c. Ist die Stichprobengröße angemessen? Wie wird sie begründet? Beeinflussen die Drop-Outs die Ergebnisse? S. 2/rechts: Um die Stichprobengröße zu bestimmen, wurde die verfügbare Evidenz für Laufbandtraining bei Menschen mit MS berücksichtigt. Mit der Hypothese einer mittleren Effektgrösse ($r=0.27-0.30$) war eine Stichprobe von 24 Teilnehmenden erforderlich, um einen Unterschied zwischen den Gruppen zu erkennen. Mit der angenommenen Dropout-Rate von 20%, hat sich eine Gruppengröße von je 15 Teilnehmenden ergeben.</p> <p>Die Effektgrösse von $r=0.27-0.30$ ist tendenziell klein gewählt.</p>

Critical Appraisal Studie 2: An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis
 Peruzzi et al. (2016)

				<p>Die Initianten der Studie rechnen mit einer Dropout-Rate von 20%. Die 5 Dropout liegen im Rahmen dieser prozentualen Annahme. Da 4 Dropouts aus der Kontroll- und ein Dropout aus der Interventionsgruppe stammen, ist die Gruppengröße hinsichtlich der gesamten Anzahl Teilnehmenden ungleich.</p> <p>d. Wie wurden die Vergleichsgruppen erstellt? Sind sie ähnlich? S. 2/rechts: Die Teilnehmenden wurden computergeneriert randomisiert auf die Kontroll- und Interventionsgruppe aufgeteilt. Die elektronische Randomisierungssequenz wurde durch einen nicht in die Auswahl der Teilnehmenden Wissenschaftler generiert.</p> <p>S. 4 Tabelle 1: Ja, die Vergleichsgruppen sind ähnlich. Es gibt keine signifikanten Unterschiede.</p> <p>e. Werden Dropouts angegeben und begründet? S. 4/links und S. 2 Abbildung 1: Mit 31 Teilnehmenden wurde die Pre-Evaluation durchgeführt. 4 Teilnehmende der Kontrollgruppe haben aus persönlichen Gründen die Intervention nicht weitergeführt und die Post-Evaluation nicht wahrgenommen. Zwei Personen wurde während der Interventionsphase aus persönlichen Gründen aus der Interventionsgruppe ausgeschlossen und nicht zur Post-Evaluation zugelassen.</p>
4	Datenerhebung	<p>a. Welche Art von Daten wurde erhoben? S. 3/rechts: Beobachtungen und physiologische Messungen</p> <p>b. Wie häufig wurden Daten erhoben? S. 2/rechts: Zwei Erhebungen. Die Daten wurden vor und nach der Intervention erhoben.</p>	<p>a. Ist die Datenerhebung in Bezug auf die Fragestellung nachvollziehbar? Ja, durch die Anwendung einer Software wird die Ganganalyse bestmöglich standardisiert. Es wurden die renommiertesten Tests zur Objektivierung von Gangsicherheit und Gleichgewicht angewendet. Der EDSS bezieht sich explizit auf den Einschränkungsgrad von Menschen mit MS.</p> <p>Die Datenerhebung bezieht sich sehr genau auf das Ziel der Studie. Die Annahme, dass beide Trainings einen positiven Einfluss auf die motorischen Funktionen hat, das VR-basierte Training aber die motokognitiven Dualtask-Leistungen verbessert, kann durch diese Messungen bestätigt oder widerlegt werden.</p> <p>Die Autorinnen dieser Bachelorarbeit zweifeln daran, dass die Ergebnisse über die ROM sowie die Kraftentwicklung</p>	

Critical Appraisal Studie 2: An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis
 Peruzzi et al. (2016)

				<p>während des Gehens relevant sind, zur Beantwortung der Fragestellung dieser Studie. Der Zusammenhang dieser Parameter mit dem Gangbild wird nicht beschrieben. Somit fehlt die nachvollziehbare Begründung warum diese Messungen gemacht wurden.</p> <p>b. Sind die Methoden der Datenerhebung bei allen Teilnehmenden gleich? S. 3/rechts: Ja, alle Assessments wurden unter den gleichen Umständen (z. B. Tageszeit) und vom gleichen Assessor durchgeführt. Der Assessor ist unabhängig und kennt die Gruppenzugehörigkeit der Teilnehmenden nicht.</p> <p>Die Instruktionen wurden standardisiert und verbal vermittelt.</p> <p>c. Wurden die Daten von allen Teilnehmenden komplett/vollständig erhoben? Es wird nicht beschrieben, dass die Daten von einem oder mehreren Teilnehmenden nicht vollständig erhoben wurden.</p>
5		Messverfahren & Messinstrumente (Variablen)	<p>a. Welche Messinstrumente wurden zur Datenerhebung benutzt (Begründung)? S. 3/rechts:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Beobachtungen: Ganganalyse (zeitliche und räumliche Parameter, das heisst Gangtempo, Kadenz und Schrittlänge) mit Hilfe eines 6-Kamera-Stereophotogrammetrischen Systems, zwei Kraftmessplatten und durch eine Ganganalysesoftware unter zwei Konditionen: <ol style="list-style-type: none"> 1. Singletask (oberirdisch, ohne Hilfe, angenehmes Schrittempo) 2. Dualtask (oberirdisch, ohne Hilfe, kontinuierlich die Zahl 3 von einer dreistelligen Zahl subtrahieren) – physiologische Messungen: <ol style="list-style-type: none"> 1. 6-Minuten-Gehtest (Ausdauer und Tempo) 2. 10-Minuten-Gehtest (Ausdauer und Tempo) 3. TUG (Mobilität) 4. BBS (Gleichgewicht) 5. Four-Square-Step-Test (Umgang Hindernisse) 6. Expanded-Disability-Status-Scale (weit verbreitet zur Klassifizierung von neurologischen Einschränkungen bei Menschen mit MS) 	<p>a. Sind die Messinstrumente zuverlässig (reliability)? Die Reliabilität der Messinstrumente wird nicht beschrieben.</p> <p>Die beiden für die Fragestellung dieser Bachelorarbeit relevanten Tests, TUG und BBS, sind wie im Kapitel 2.3.5 beschrieben reliabel.</p> <p>Damit Messinstrumente reliabel sein können, müssen sie zunächst objektiv sein. Trotz Standardisierung sind einige der durchgeführten Assessments durch subjektives Empfinden des Prüfers gekennzeichnet. Es handelt sich um die renommiertesten Tests zur Beurteilung der Gangsicherheit und des Gleichgewichts.</p> <p>b. Sind die Messinstrumente valide(validity)? Die Validität der Messinstrumente wird nicht beschrieben.</p> <p>Die Validität der beiden für die Fragestellung dieser Bachelorarbeit relevanten Tests, TUG und BBS, ist im Kapitel 2.3.5 beschrieben.</p>

Critical Appraisal Studie 2: An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis
Peruzzi et al. (2016)

			<p>b. Welche Intervention wird getestet? S. 2/rechts: Die Kontrollgruppe erhält 6 Wochen normales Laufbandtraining, die Interventionsgruppe 6 Wochen VR-basiertes Laufbandtraining. S. 2/links: Die Teilnehmer haben während der Dauer der Studie keine konkurrierende Physiotherapie erhalten.</p>	<p>c. Wird die Auswahl der Messinstrumente nachvollziehbar begründet? Nein, die Auswahl ist lediglich minimal begründet. Die Auswahl und Angabe wofür dieses Messinstrument verwendet wurde, ist weiterführend referenziert.</p> <p>S. 3/rechts: Die Dualtask Kondition wurde gewählt, um herauszufinden, welchen Einfluss Störungen auf den Gang haben. Dies als Messung des motorischen Lernens. Die motorische Testbatterie wurde ausgeführt, um die Effekte des Trainings auf die funktionellen Prozesse herauszufinden.</p> <p>d. Sind mögliche Einflüsse/Verzerrungen auf die Intervention beschrieben? Nein, es sind keine Einflüsse auf die Intervention beschrieben.</p>
6		Datenanalyse	<p>a. Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf? – EDSS: ordinal – 6-MWT in m: intervall – 10-MWT in m/s: intervall – TUG in s: intervall – BBS: ordinal – FSST in s: intervall – Gangtempo in m/s: intervall – Kadenz in Schritt/min: intervall – Schrittlänge in m: intervall – ROM: intervall – Kraftentwicklung: intervall</p> <p>b. Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse genutzt (deskriptive und/oder schliessende)? S. 3/4 Übergang: Die deskriptive Analyse, festgehalten mit Mittelwert±Standardabweichung, wurde verwendet für die demographischen Daten, die klinischen Variablen und die Gangparameter.</p> <p>S. 4/links: Für die zeitlichen und räumlichen Gangparameter wurde zusätzlich der unstandardisierte Koeffizient (B) und der resultierende 95% Konfidenzintervall (CI) ausgewiesen.</p> <p>Vergleiche zwischen den Gruppen wurden durch ein generalisiertes lineares Modell (repeated measure</p>	<p>a. Werden die Analyseverfahren klar beschrieben? Ja, die verwendeten Verfahren werden klar definiert.</p> <p>b. Wurden die statischen Verfahren in Bezug auf die Fragestellung sinnvoll angewendet? In Bezug zur Fragestellung, den Effekt der zwei Trainingsformen auf die motorischen Singletask- sowie auf die motokognitiven Dualtask-Leistungen zu vergleichen, sind die statistischen Verfahren sinnvoll angewendet. Es werden Unterschiede Intra- und Intergruppen sowie pre und post, separat für die zwei Konditionen Single- und Dualtask, aufgezeigt.</p> <p>c. Entsprechen die statistischen Analyseverfahren den Datenniveaus? S. 3/rechts: Die Standardnormalverteilung wurde überprüft.</p> <p>(https://statistikguru.de/spss/multiple-lineare-regression/regressionskoeffizienten-interpretieren.html) Um herauszufinden, ob dem Phänomen eine Gesetzmässigkeit zugrunde liegt, wurde der Regressionskoeffizient B für die beiden Datenwerte der post-Interventionsmessung errechnet. Der Regressionskoeffizient ist absolut. Da wir jedoch lediglich eine unabhängige Variable haben, unsere Intervention, lässt sich dieser Wert gut interpretieren.</p>

Critical Appraisal Studie 2: An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis
Peruzzi et al. (2016)

			<p>analysis of variance - RM ANOVA) herbeigeführt. Unterschiede innerhalb der Gruppen wurden mit dem abhängigen T-Test analysiert.</p> <p>Für die Datenanalyse wurde die SPSS version 20 verwendet.</p> <p>c. Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt (5% meist implizit, 1% oder 10% sollten begründet werden) S. 4/links: Signifikanzlevel von 0.05 für alle Analysen.</p>	<p>(https://statistikguru.de/spss/gepaarter-t-test/gepaarter-t-test-in-spss.html) abhängiger T-Test: mindestens intervall-skaliert, Abhängigkeit der Messungen d.h. Testung des gleichen statistischen Objekts wie z.B. Personen, unabhängige Variabel ist nominalskaliert und hat zwei Ausprägungen, Normalverteilung, keine Ausreisser) Der abhängige T-Test zur Analyse der Unterschiede innerhalb der Gruppen ist nachvollziehbar.</p> <p>(https://statistikguru.de/spss/rm-anova/einleitung-3.html) RM ANOVA: mindestens intervall-skaliert, abhängige Stichproben, mindestens 3 Faktorstufen d.h. 3 Messzeitpunkte oder 3 Faktoren wie z.B. Interventionen, Normalverteilung, keine Ausreisser, Gleichheit der Varianzen) Die RM ANOVA zur Analyse der Unterschiede zwischen den Gruppen ist fraglich, weil nur eine Messwiederholung stattgefunden hat. Die Verwendung gilt ab mehr als 2 Stufen. Ansonsten sind die Voraussetzungen für die RM ANOVA erfüllt. Der unabhängige T-Test hätte in Betracht gezogen werden sollen.</p> <p>d. Erlauben die statistischen Angaben eine Beurteilung? Ja, eine Beurteilung ist anhand der statistischen Angaben möglich.</p> <p>e. Ist die Höhe des Signifikanzniveaus nachvollziehbar und begründet? Es handelt sich um das implizite Signifikanzlevel von 5% und ist darum nachvollziehbar und wird nicht begründet.</p>
7		Ethik	<p>a. Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt? Es werden keine ethischen Fragen diskutiert.</p> <p>b. Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden? S. 2/rechts: Die Studie wurde durch die lokale Ethische Kommission geprüft.</p>	<p>a. Inwiefern sind alle relevanten ethischen Fragen diskutiert und entsprechende Massnahmen durchgeführt worden? Unter anderem zum Beispiel auch die Beziehung zwischen Forschenden und Teilnehmenden? Die Beziehung der Forschenden und Teilnehmenden wird nicht beschrieben. Die Studie ist jedoch einfach verblindet, das heisst, der Studienleitung ist die Zuteilung zur Kontroll- und Interventionsgruppe nicht bekannt. Ein Placebo-Effekt könnte entstehen, weil die Teilnehmenden wissen, welcher Gruppe sie angehören.</p>

Critical Appraisal Studie 2: An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis
 Peruzzi et al. (2016)

8	Results	Ergebnisse	<p>a. Welche Ergebnisse werden präsentiert? textlich S. 4/links und rechts: Die Kontroll- und die Interventionsgruppe haben im Singletask (ST) und im Dualtask (DT) das Gangtempo, die Kadenz und die Schrittlänge signifikant verbessert. Zwischen den beiden Gruppen, gemessen nach der Intervention, hat es keine signifikanten Unterschiede gegeben. Der Regressionskoeffizient B und Konfidenzintervall CI und der dazugehörige p-Wert werden präsentiert. Lediglich eine Tendenz zur Signifikanz wurde bei der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe bei der Schrittlänge verzeichnet, im Singletask ($p=0.127$) und im Dualtask ($p=0.136$).</p> <p>S. 4/rechts: Beide Gruppen hatten nach der Intervention ein vergrößertes OSG-ROM bei der Singletask-Aufgabe und ein vergrößertes Knie- und Hüft-ROM bei der Dualtask-Aufgabe auf der LA-Seite. Die Interventionsgruppe hatte post ein signifikant vergrößertes Knie- und Hüft-ROM auf der MA-Seite im Singletask (Knie $p=0.013$ und Hüfte $p=0.001$) und Hüft-ROM auf der MA-Seite im Dualtask ($p=0.001$). Für die erwähnten Ergebnisse wurden die B, CI, und p-Werte als Vergleich der post-Werte zwischen der Kontroll- und Interventionsgruppe ausgewiesen.</p> <p>S. 4/rechts: Beide Gruppen zeigen ein Kraftpeak-Wachstum der OSG-Plantarflexoren und der Hüftflexoren auf der LA und MA-Seite während dem Terminal-Stance-Phase, im Single- und Dualtask. Signifikante Verbesserungen der Kraftentwicklung wurden in der Interventionsgruppe nach dem Training auf der MA-Seite im Singletask ($p=0.004$) und im Dualtask ($p=0.007$) erzielt. Diese p-Werte beziehen sich auf den Vergleich zur post-Auswertung der Kontrollgruppe im jeweiligen Setting. Im Text sind hierfür auch der B- und der CI-Wert angegeben.</p> <p>Die p-Werte der T-Tests und RM ANOVA können nicht dem Text, sondern lediglich den Tabellen entnommen werden.</p>	<p>a. Sind die Ergebnisse präzise? Ja, die Ergebnisse sind präzise. Bei den zeitlichen und räumlichen Gangparameter geht man jedoch von Referenzwerten von gesunden Erwachsenen aus. Die Referenzwerte sind jeweils genau angegeben.</p> <p>S. 4/links: Es wird festgestellt, dass keine nachteiligen Ereignisse während der Intervention aufgetreten sind. Die Gruppen haben eine vergleichbare Anzahl Trainings erhalten.</p> <p>S. 4/links und S. 4 Tabelle 1: Es bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Teilnehmenden der Kontroll- und der Interventionsgruppe zum Zeitpunkt der Baseline.</p> <p>b. Wenn Tabellen / Grafiken verwendet wurden, entsprechen diesen folgenden Kriterien? Sind sie präzise und vollständig (Titel, Legenden)? Sind sie eine Ergänzung zum Text? Zur Ergebnispräsentation sind keine Grafiken verwendet worden. Die Tabellen sind umfänglich und übersichtlich. Die Titel sind aussagekräftig und die nötigen Informationen zu den Tabellen findet man in der Legende. Die Definition der Abkürzungen MA und LA fehlen. Der Text umfasst nicht alle Signifikanzen, die in den Tabellen ausgewiesen sind. Der Text ist somit eher eine Ergänzung zu den Tabellen.</p>
---	---------	------------	---	---

Critical Appraisal Studie 2: An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis
Peruzzi et al. (2016)

		<p>S. 4/rechts: Signifikante Verbesserungen wurden im 6-Minuten-Gehtest bei beiden Gruppen beobachtet, ohne Unterschiede zwischen den Gruppen. Ein positiver Unterschied im 10-MGT, TUG, BBS und FSST nach dem Training zu vor dem Training wurde bei der Interventions- nicht aber bei der Kontrollgruppe gefunden.</p> <p>tabellarisch</p> <p>S. 4 Tabelle 2: Gangtempo, Kadenz und Schrittlänge: TT und VR-TT / ST und DT / pre und post → p-values</p> <p>S. 5 Tabelle 3: ROM OSG, Knie und Hüfte: TT und VR-TT / ST und DT / MA und LA side / pre und post → p-values</p> <p>S. 5 Tabelle 4: Kraftentwicklung OSG und Hüfte: TT und VR-TT / ST und DT / MA und LA side / pre und post → p-values</p> <p>S. 6 Tabelle 5: EDSS, 6-MWT, 10-MWT, TUG, BBS und FFST: TT und VR-TT / pre und post → p-values</p> <p>b. Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie? Auf die signifikanten Ergebnisse im Bereich ROM und Kraftentwicklung wird nicht weiter eingegangen, weil der Bezug zur Fragestellung irrelevant erscheint.</p> <p>S. 4 Tabelle 2: Der Vergleich innerhalb der Gruppe zeigt, dass die drei Parameter Gangtempo, Kadenz und Schrittlänge durch beide Trainings signifikant verbessert wurden, und zwar im Single- wie auch im Dualtask. Zwischen der Kontroll- und Interventionsgruppe gibt es diesbezüglich jedoch keine signifikanten Unterschiede.</p> <p>S. 6 Tabelle 5: Betrachtet man die klinischen Charakteristiken, das heisst die klinischen Tests, wurde in der Kontrollgruppe pre-post lediglich eine Signifikanz im 6-MWT beobachtet. In der Interventionsgruppe hingegen, zeichnet sich beim 6-MWT, 10-MWT, TUG, FSST und beim BBS einen signifikanten Unterschied vor- und nach dem VR-basierten Laufbandtraining ab. Analysiert man</p>	
--	--	--	--

Critical Appraisal Studie 2: An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis
 Peruzzi et al. (2016)

			<p>auch hier die Resultate zwischen den Gruppen, gibt es keine Signifikanzen.</p> <p>c. Werden die Ergebnisse verständliche präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)? Ja, die Tabellen sind sehr übersichtlich. Die post-Interventionsvergleiche zwischen den beiden Gruppen sind lediglich in Textform ablesbar und deshalb teils schwer auffindbar.</p>	
9	Diskussion	<p>a. Werden signifikante und nicht signifikante Ergebnisse erklärt? Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse? S. 4/rechts: Die Forschenden interpretieren, dass die Resultate der zeitlich und räumlichen Gangparameter zeigen, dass Menschen mit MS von beiden Interventionsformen profitieren.</p> <p>S. 4/5 Übergang: Weiterführend werden die signifikant grösseren Fortschritte im Bereich Kinematic und Kinetic der unteren Extremitäten, gemessen an ROM und Kraftentwicklung, in der Interventionsgruppe erklärt und mit bestehender Forschung referenziert. Laut den Forschern waren diese positiven Resultate auf leistungsbasierte Messungen übertragbar, die funktionale Fähigkeiten widerspiegeln. Weitere Erläuterungen gibt es dazu nicht.</p> <p>S. 5/links: Die signifikanten Ergebnisse der klinischen Tests werden nochmals textlich erwähnt, jedoch nicht erklärt. Es wird darauf hingewiesen, dass die Teilnehmenden der Interventionsgruppe bei der Baseline mehr, wenn auch nicht signifikant, klinische Beeinträchtigungen aufwiesen. Die Forscher diskutieren, dass vielleicht die während des VR-Trainings durchgeführten Aktivitäten zu einer insgesamt verbesserten Mobilität und zu einer besseren motorischen Kontrolle beitrugen, die sich auf die Alltagsleistungen übertrugen. Der EDSS zeigt eine Tendenz dazu auf. Diese Befunde haben die interessante Möglichkeit verschiedener Effekte in Abhängigkeit von der Krankheitsschwere aufgeworfen.</p>	<p>a. Werden alle Resultate diskutiert? Nein, es werden nur einige der signifikanten Resultate diskutiert. Zum Vergleich dient Punkt 7a. und 8a.</p> <p>Die Interpretation der Resultate der einzelnen klinischen Tests wird komplett vernachlässigt. Die dadurch gemessenen Fähigkeiten wie Gleichgewicht, Umgang mit Hindernissen usw. werden in keinen Kontext gesetzt.</p> <p>b. Stimmt die Interpretation mit den Resultaten überein? Grösstenteils ja bzw. sind die Interpretationen nicht falsch aber teils ungenau hergeleitet. Es werden Annahmen ohne Hinterlegung von Resultaten gemacht.</p> <p>Im Bereich der Kinematic- und Kineticdaten werden Verbindungen zu leistungsbasierten Messungen hergestellt. Diese Annahme wird jedoch weder begründet noch wird genauer beschrieben, auf welche leistungsbasierten Messungen die Forschenden hier verweisen.</p> <p>Die Forschenden sprechen in der Diskussion von der Population aller Menschen mit MS, was so nicht stimmt.</p> <p>c. Werden die Resultate in Bezug zur Fragestellung/Zielsetzung/Hypothese und anderen Studien diskutiert und verglichen? Nein, die Resultate wurden nicht direkt in Bezug zur Fragestellung oder zur Hypothese gestellt. Die verfolgte Hypothese, dass beide Trainings die motorischen Funktionen verbessern, das VR-basierte Training aber die motokognitiven Dualtask-Leistungen steigert, kann laut den Forschenden nicht überprüft werden, weil das Messinstrument zur Überprüfung der kognitiven Leistungen fehlte.</p>	

Critical Appraisal Studie 2: An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis
Peruzzi et al. (2016)

			<p>S. 5/6 Übergang: Die signifikant gesteigerte Kraft der Hüftflexoren wird von den Forschenden in Kontext mit der höheren Gehgeschwindigkeit gesetzt. Die stärkeren Hüftbeuger erlaubt es den Betroffenen trotz der ausgeprägten distalen Beeinträchtigungen am OSG, wie sie durch die geringe Leistung an diesem Gelenk im Vergleich zu Normwerten aufgezeigt wird, schneller zu gehen. Die verbesserte Kraftentwicklung wie auch die verbesserte ROM auf dem Level der Hüfte führen die Forschenden darauf zurück, dass die Probanden der Interventionsgruppe aufgrund der virtuellen Hindernisse längere und höhere Schritte machen mussten.</p> <p>Die nicht signifikanten Ergebnisse werden nicht interpretiert oder erläutert.</p> <p>b. Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden? Konkret wird nicht mehr auf die Forschungsfrage eingegangen. Ob die Hypothese von den Forschenden bestätigt oder verworfen wird, wird nicht erwähnt. Mit der beschriebenen Limitation (siehe Punkt c.), kein geeignetes Messinstrument für die spezifischen Veränderungen der Kognition inkludiert zu haben, bemängeln die Forschenden ihre eigenen Hypothesenüberprüfung.</p> <p>c. Werden Limitationen diskutiert? S. 6/links:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Es handelt sich um eine kleine Machbarkeitsstudie mit einer geringen Stichprobengröße, was die externe Validität dieser Ergebnisse einschränkt. – Die Teilnehmer wurden zu Beginn nicht parallelisiert auf die Gruppen zugeteilt. – Es wurde kein Messinstrument zur Prüfung spezifischer Änderungen der kognitiven Funktion integriert. <p>d. Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen? S. 4/rechts: Ja, Ähnlichkeiten werden mit anderen Studien belegt.</p>	<p>Der Vergleich der beiden Interventionen, was als Ziel dieser Studie definiert ist, ist im Teil Resultate wie auch bei der Interpretation deutlich wiedergegeben.</p> <p>d. Wird nach alternativen Erklärungen gesucht? Nein, alternative Erklärungen werden nicht diskutiert.</p>
10		Schlussfolgerungen Anwendung und Verwertung in der Praxis	<p>a. Welche Implikationen für die Praxis, Theorien und zukünftige Forschung sind beschrieben? S. 5/rechts: Weitere Studien sollten den Aspekt mit mehr sensitiven und klinisch relevanten Messungen erforschen, um die Mobilität und das Sturzrisiko in dieser Population</p>	<p>a. Ist die Studie sinnvoll? Werden Stärken und Schwächen aufgewogen? Als Machbarkeitsstudie macht die vorliegende Studie Sinn, zur Überprüfung praxisrelevanter Daten ist ihr Umfang zu klein. Konkrete Stärken sind keine erwähnt. Die Schwächen werden detailliert in Form von</p>

Critical Appraisal Studie 2: An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis
 Peruzzi et al. (2016)

			<p>als Reaktion auf therapeutische Interventionen besser beurteilen zu können.</p> <p>S. 6/links: Das Ziel jeder Rehabilitation ist die Verbesserung der Gangsicherheit und der Autonomie im Alltag von MS Patienten. Die Durchführung beider Interventionen haben solche Tendenzen gezeigt.</p> <p>Sonstige Implikationen sind nicht beschrieben.</p>	<p>Limitationen ausgewiesen. In Anbetracht des Studienumfangs sind sehr viele Messungen gemacht und analysiert worden. Die Sinnhaftigkeit aller erhobenen und ausgewerteten Daten ist nicht gegeben.</p> <p>b. Wie und unter welchen Bedingungen sind die Ergebnisse in die Praxis umsetzbar? Unter Berücksichtigung, dass auch das nicht VR-basierte Laufbandtraining signifikante Verbesserungen mit sich brachte, kann man von dieser Studie in die Praxis mitnehmen, dass das VR-basierte Laufbandtraining durchgehender signifikante Verbesserungen pre- und post-Intervention in den klinischen Tests zeigte. Der Vergleich zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe ist jedoch in keinem der klinischen Tests signifikant. Gangparameter konnten gleichermassen signifikant verbessert werden. Signifikante Intergruppen-Unterschiede gab es keine. Auch unter Berücksichtigung des grossen Aufwandes für das VR-basierte Training kann deshalb hinsichtlich dieser funktionellen Messungen auf das konventionelle Laufbandtraining zurückgegriffen werden.</p> <p>Vor allem beim Betrachten von kinematischen und kinetischen Gesichtspunkten, veranschaulicht die Studie signifikante Verbesserungen des VR-basierten Trainings im Vergleich zum normalen Laufbandtraining. Das kann bei sehr spezifischen Trainingszielen hilfreich sein.</p> <p>c. Wäre es möglich die Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen? S. 6/links: Ja, das ist möglich und wird zurzeit umgesetzt. Die Forschenden führen derzeit eine grössere Studie durch, um die Auswirkungen von VR-basiertem Laufbandtraining auf die Unabhängigkeit von Menschen mit MS im Alltag zu untersuchen.</p>
--	--	--	--	--

Anmerkung. LF = Leitfrage

Critical Appraisal Studie 3: The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis: A feasibility study
Khalil et al. (2018)

LF	Studie	Forschungsschritt	Leitfragen Zusammenfassung	Leitfragen kritische Würdigung
1	Introduction	Problembeschreibung Bezugsrahmen/Verortung des Themas, Forschungsfrage/-ziel (Hypothese)	<p>a. Um welche Konzepte/Problem handelt es sich? S. 473/rechts: Der Nutzen von Physiotherapie, um das Gleichgewicht zu verbessern ist für viele neurologische Erkrankungen gut dokumentiert. Nicht so für Menschen mit MS.</p> <p>S. 474/links: Da MS eine chronische Kondition darstellt und somit eine physiotherapeutische Langzeitbehandlung voraussetzt, ist es wichtig, innovative Tools zu nutzen, um die Adhärenz der Patienten zu steigern.</p> <p>Die Relevanz von VR-basiertem Gleichgewichtstraining in der Behandlung von Stroke oder Parkinson-Patienten wurde bereits mehrfach bewiesen. Das Potenzial von VR für Patienten mit MS wurde erst in wenigen Studien aufgezeigt. Diese wenigen Studien wiesen zusätzlich viele Limitationen auf.</p> <p>Die hohen Kosten und die Komplexität der Implementierung sind die hauptsächlichen Hindernisse diese VR-basierten Aktivitäten in die Klinik und in im Forschungssetting zu verwenden.</p> <p>b. Was ist die Forschungsfrage/Hypothese oder das Ziel der Studie? S. 474/rechts: Das Hauptziel der Studie ist es, eine Anzahl strukturierter VR-Szenarios mit dem Zielobjekt Gleichgewichtsdefizite in der MS Population mittels preiswerter, kommerziell verfügbarer Plattformen inklusive Microsoft Kinect sensor und Wii balance board zu entwickeln. (=Phase 1: Aufbereiten der benötigten Charakteristiken der VR Szenarios.)</p> <p>Das weitere Ziel ist es, die Realisierbarkeit, die Akzeptanz und der potenzielle Nutzen dieser Szenarios als Rehabilitationstool für Personen mit MS zu evaluieren. (=Phase 2: Herausfinden, welchen Einfluss der Gebrauch dieser Szenarios während eines Physiotherapieprogramms für Menschen mit MS auf Gleichgewichts- und die Mobilitätsmesswerte wie auch auf die gesundheitliche Lebensqualität hat.)</p>	<p>a. Beantwortet die Studie eine wichtige Frage der Berufspraxis / BA-Fragestellung? Das Erarbeiten passender Szenarios ist von bedeutender Relevanz für die Praxisanwendung dieser Tools in der Physiotherapie. Die effektive Entwicklung dieser Szenarios ist für die Beantwortung der Fragestellung dieser Bachelorarbeit nicht ausschlaggebend. Dafür ist es von Bedeutung, die Auswirkungen eines Trainings mit diesen Szenarios auf das Gleichgewicht und die Mobilität von Menschen mit MS zu kennen.</p> <p>Da diese Studie den Effekt zweier Interventionen vergleicht, gibt sie Aufschluss über den Erfolgsunterschied und nicht direkt über den alleinigen Effekt vom VR-basierten Training. Dieser Vergleich ist jedoch praxisrelevant.</p> <p>Bezüglich Variablen unserer Fragestellung ist die Studie mehrheitlich zutreffend. Die Messinstrumente TUG und BBS wurden verwendet.</p> <p>Die Population stimmt mit unserer Fragestellung überein.</p> <p>Die Instrumente Microsoft Kinect sensor und Wii balance board sind zwei Virtual Reality Tools.</p> <p>b. Ist die Forschungsfrage/Hypothese/das Ziel klar definiert? Eine Forschungsfrage oder Hypothese ist nicht formuliert. Es ist also nicht bekannt, von welcher Annahme die Forschenden ausgehen. Das Ziel ist mehrheitlich klar definiert. Die Definition der Messinstrumente zur Messung der Auswirkungen auf das Gleichgewicht und die Mobilität fehlt. Der Zweck und die Population sind aufgeführt, die genaue Beschreibung der Intervention ist nicht ersichtlich. Ob es einen Vergleich zwischen einer Kontroll- und einer Interventionsgruppe gibt oder ob es sich um eine reine pre-post Erhebung handelt, geht nicht aus der Beschreibung des Ziels hervor.</p>

Critical Appraisal Studie 3: The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis: A feasibility study
Khalil et al. (2018)

			<p>c. Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</p> <p>d. Mit welchen Argumenten wurde die Forschungsfrage begründet?</p> <p>Begründung Phase 1 S. 474/rechts: Die ursprünglich verwendeten Technologien wie Nintendo Wii oder Xbox 360 und die dafür konzipierten Szenarios sind nicht gemacht, um spezifische medizinische Probleme zu therapieren. Forscher haben deshalb Rahmenbedingungen geschaffen, damit diese kommerziellen Plattformen (z.B. Microsoft Kinect sensor) stärker der Verwendung in der medizinischen Rehabilitation entsprechen. Für diese technischen Gerüste müssen passende Szenarios entwickelt werden.</p> <p>Begründung Phase 2 S. 474/links: Die Relevanz von VR-basiertem Gleichgewichtstraining in der Behandlung von Stroke oder Parkinson-Patienten wurde bereits mehrfach bewiesen. Das Potenzial von VR für Patienten mit MS wurde erst in wenigen Studien aufgezeigt. Diese wenigen Studien wiesen zusätzlich viele Limitationen auf.</p>	<p>c. Wird das Thema/das Problem mit vorhandener empirischer Literatur gestützt? Ja, das Thema und das in Punkt a. der Zusammenfassung beschriebene Problem wurde mit vorhandener Literatur referenziert.</p> <p>S. 473/rechts: Gleichgewichtsdefizite sind bei Menschen mit MS weit verbreitet und führen zu ernsthaften gesundheitlich Problemen.</p> <p>S. 474/links: Interventionen, die die Aufrechterhaltung der Motivation und des Vergnügens berücksichtigen, haben das Potenzial bessere funktionelle Verbesserungen bei Menschen mit chronischen Krankheiten zu erzielen.</p> <p>S. 474/links: Die hohen Kosten und die Komplexität der Implementierung sind die hauptsächlichen Hindernisse zur Verwendung von VR-basierten Aktivitäten in der Klinik und auch im wissenschaftlichen Setting.</p> <p>S. 474/rechts: Die ursprünglich verwendeten Technologien wie Nintendo Wii oder Xbox 360 und die dafür konzipierten Szenarios sind nicht gemacht, um spezifische medizinische Probleme zu therapieren.</p>
2	Methods	Design	<p>a. Um welches Design handelt es sich? S. 475/links: Die Pilotstudie ist eine randomisierte verblindete Studie.</p> <p>b. Wie wird das Design begründet? S. 475/links: Um die Schätzung der Effektgrösse für zukünftige Phase 2 RCT zu ermöglichen.</p>	<p>a. Ist die Verbindung zwischen der Forschungsfrage und dem gewählten Design logisch und nachvollziehbar? Die Wahl einer Pre-Post-Erhebung mit Kontrollgruppe ist in Bezug zur Zielsetzung sinnvoll. Es hätte auch eine Case Control Study in Betracht gezogen werden können, Indem die Initianten der Studie die Einschlusskriterien sehr eng gehalten haben, ist auch die Wahl des RCT nachvollziehbar.</p> <p>Die Intervention der Kontrollgruppe hätte hinsichtlich der Begründung der Zielsetzung der Phase 1 (siehe 1d) auch so gewählt werden können, dass der Effekt der ursprünglichen kommerziellen Szenarios mit dem Effekt der neuen Szenarios verglichen wird.</p> <p>b. Werden die Gefahren der internen und externen Validität kontrolliert? Auf die interne Validität wird im Text nicht verwiesen. Gestützt auf folgende Aussagen kann nicht zu von der internen Validität ausgegangen werden:</p>

Critical Appraisal Studie 3: The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis: A feasibility study
Khalil et al. (2018)

				<ul style="list-style-type: none"> – S. 477/478 Übergang: Die Teilnehmenden wurden aufgrund ihrer Leistung im EDSS durch einen Minimisation Prozess geschichtet (stratified). Die Randomisierung erfolgte durch einen unabhängigen Forscher, der nicht in den Rekrutierungsprozess involviert war. Ansonsten wird nicht festgestellt, dass zwischen den Teilnehmenden der Kontroll- und der Interventionsgruppe zum Zeitpunkt der Baseline keine signifikanten Unterschiede bestehen. – S. 478/links: Der Assessor ist unabhängig und kennt die Gruppenzugehörigkeit der Teilnehmenden nicht. – S. 477/links: Die Rahmenbedingungen der Assessments wie Tageszeit usw. werden nicht beschrieben. Die Reihenfolge der Assessments blieb immer gleich. – S. 479/links: Es wird festgestellt, dass keine wesentlichen, nachteiligen Ereignisse während der Intervention aufgetreten sind. Die Gruppen haben eine vergleichbare Anzahl Trainings erhalten, wenn auch nicht in einem vergleichbaren Setting. <p>Die externe Validität wird in der Studie nicht erwähnt. Dadurch, dass die interne Validität nicht zweifelsfrei gegeben ist, kann die externen Validität nicht abschliessend beurteilt werden.</p> <p>Die geringe Stichprobengrösse kann die externe Validität einschränken. Zusätzlich wurden lediglich Teilnehmende aus dem Jordan in die Studie involviert.</p> <p>Des Weiteren ist ein interaktiver Testeffekt nicht auszuschliessen. Dadurch, dass eine Prä- und eine Postmessung erfolgte, kann es sein, dass sich Probanden unterschiedlich stark engagierten. Auch tagesabhängige Leistungsfähigkeiten wurden nicht berücksichtigt.</p> <p>Das Setting des physiotherapeutischen Labors ist nicht genauer ausgeführt, könnte jedoch befremdlich für die Teilnehmenden sein.</p>
--	--	--	--	---

Critical Appraisal Studie 3: The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis: A feasibility study
Khalil et al. (2018)

3	Stichprobe	<p>a. Um welche Population handelt es sich? S. 475/rechts: Patienten mit einem schubförmigen remittierenden MS Verlauf.</p> <p>b. Welches ist die Stichprobe Wer? Wie viel? Charakterisierungen? S. 475/Übergang links zu rechts und S. 477 Abbildung 1: 40 Menschen über 18 Jahre mit einem EDSS von 3 bis 6.5 und in den letzten 30 Tagen vor der Teilnahme keinen Rückfall hatten. Analysiert wurden schlussendlich 32 Datensätze.</p> <p>c. Wie wurden die Stichproben gezogen? S. 475/links: Es wurden Teilnehmende einer früheren Studie kontaktiert, die ihr Einverständnis gegeben haben für weitere Studien kontaktiert zu werden. Ebenfalls wurden fortlaufend Patienten des King Abdulla University Hospital im Jordan rekrutiert, die einer routinemässigen neurologischen Untersuchung unterzogen wurden. Zusätzlich hat die Jordanische Multiple Sclerosis Society Informationen zur Studie verschickt und gewillte Personen zur Abklärung aufgefordert.</p> <p>S. 477 Abbildung 1: 78 Personen sind zur Eignungsabklärung angetreten.</p> <p>d. Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet? S. 475/Übergang links zu rechts:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Einschlusskriterien: Bestätigte neurologische Diagnose MS anhand der McDonald Kriterien, schubförmiger remittierender Verlauf, älter als 18 Jahre, EDSS von 3 bis 6.5, ohne Rückfall seit 30 Tagen, fähig einfachen Instruktionen zu folgen – Ausschlusskriterien: Sonstige neurologische Erkrankungen, medizinische Konditionen, die das Unterlassen von Bewegung erfordert, schwere unkorrigierte visuelle und auditive Einschränkungen <p>Begründet wird die Auswahl nicht.</p>	<p>a. Ist die Stichprobenziehung für das Design angebracht? Ja, das Vorgehen der Stichprobenziehung ist angebracht.</p> <p>Da das RCT-Design mit einer kleinen Stichprobengrösse gewählt wurde, ist es angebracht, die demografischen und klinischen Charakteristiken eng einzugrenzen, um der Gefahr einer Ungleichheit entgegenzuwirken.</p> <p>b. Ist die Stichprobe repräsentativ in Bezug auf die Zielpopulation? Auf welche Population können die Ergebnisse übertragen werden? Geht man von der enorm grossen Zielpopulation von allen MS Patienten mit einem schubförmigen remittierenden Verlauf aus, ist die Stichprobe für eine Repräsentation zu klein. Es handelt sich jedoch lediglich um eine Pilotstudie. Hierfür ist die Stichprobengrösse angemessen. Die Ergebnisse können auf erwachsene Personen mit MS mit einem schubförmigen remittierenden Verlauf, ohne weitere neurologische Erkrankungen, keinem akuten MS Schub und mit mittelmässigen körperlichen Einschränkungen übertragen werden.</p> <p>Die geografisch eingeschränkte Stichprobenziehung (lediglich MS-Patienten aus dem Jordan) ist zu berücksichtigen, spielt aber vorerst eine zweitrangige Rolle, da im Verlauf der Krankheit keine geografischen Unterschiede bekannt sind.</p> <p>c. Ist die Stichprobengrösse angemessen? Wie wird sie begründet? Beeinflussen die Drop-Outs die Ergebnisse? Die Stichprobengrösse ist klein gewählt.</p> <p>S. 475/links: Es handelt sich um eine Pilotstudie, weshalb die Stichprobengrösse angemessen ist. Die Resultate müssen jedoch dementsprechend interpretiert werden.</p> <p>S. 478/rechts: Eine formale Kalkulation der Stichprobengrösse hat es nicht gegeben. Das Ziel war, 40 Teilnehmende zu rekrutieren. Das ist den Forschenden gelungen.</p> <p>Es wird keine vorhandene Effektgrösse angegeben.</p> <p>Da gleich viele Dropouts aus der Kontroll- wie aus der Interventionsgruppe verzeichnet wurden und lediglich</p>
---	------------	---	--

Critical Appraisal Studie 3: The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis: A feasibility study
Khalil et al. (2018)

		<p>e. Gibt es verschiedene Studiengruppen? S. 477 Abbildung 1 und S. 478 Tabelle 3</p> <ul style="list-style-type: none"> – Interventionsgruppe N=16 Geschlecht M/F: 4/12 Durchschnittsalter: 40 Jahre seit Diagnose: 8.3 EDSS: 2.9 – Kontrollgruppe N=16 Geschlecht M/F: 6/10 Durchschnittsalter: 35 Jahre seit Diagnose: 10.4 EDSS: 3.1 	<p>diese Anzahl nur eine Dropoutrate von 11 % ergibt, gehen die Autorinnen dieser Bachelorarbeit nicht davon aus, dass diese die Ergebnisse beeinflussen.</p> <p>d. Wie wurden die Vergleichsgruppen erstellt? Sind sie ähnlich? S. 477/478 Übergang: Die Teilnehmenden wurden aufgrund ihrer Leistung im EDSS durch einen Minimisation Prozess geschichtet (stratified). Die Randomisierung erfolgte durch einen unabhängigen Forscher, der nicht in den Rekrutierungsprozess involviert war.</p> <p>Aufgrund der Schichtung im Minimisation Prozess kann davon ausgegangen werden, dass die Vergleichsgruppen ähnlich sind. Die Baseline-Charakteristiken sind in Tabelle 3 aufgeführt (mit Mean und Standardabweichung), es sind jedoch keine Vergleiche gemacht worden.</p> <p>e. Werden Dropouts angegeben und begründet? Ja, die Dropouts sind klar angegeben und begründet,</p> <p>S. 477 Abbildung 1: Mit 44 Teilnehmenden wurden die Baseline Assessments durchgeführt. Aufgrund eines Schubs (N=2) und aus persönlichen Gründen (N=2) sind 4 Teilnehmende vor der Randomisierung ausgeschieden. 40 Teilnehmende wurden somit den beiden Gruppen zugeteilt. 4 Teilnehmende aus der Interventionsgruppe (2 aufgrund fehlender familiärer Unterstützung, 1 aufgrund zu weitem Anreiseweg und 1 aufgrund fehlender Outcome-Erwartungen) haben das Follow up nicht erreicht. Auch 4 Teilnehmende aus der Kontrollgruppe (2 aus unbekanntem Grund und 2 aufgrund fehlender Zeit und Motivation) haben die Studie während der Interventionsphase verlassen.</p>
4	Datenerhebung	<p>a. Welche Art von Daten wurde erhoben? S. 475/rechts und S. 477/links: physiologische Messungen und Fragebogen</p> <p>b. Wie häufig wurden Daten erhoben? Zwei Erhebungen. Die Daten wurden vor und nach der Intervention erhoben.</p>	<p>a. Ist die Datenerhebung in Bezug auf die Fragestellung nachvollziehbar? Die Datenerhebung bezieht sich auf das Ziel der Phase 2 der Studie und ist nachvollziehbar. Die Auswirkung der Szenarios auf das Gleichgewicht und die Mobilität sowie die gesundheitliche Lebensqualität können damit erfasst werden. Es werden ebenfalls Daten zur Überprüfung der Realisierbarkeit sowie der Akzeptanz erhoben.</p>

Critical Appraisal Studie 3: The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis: A feasibility study
Khalil et al. (2018)

				<p>b. Sind die Methoden der Datenerhebung bei allen Teilnehmenden gleich? S. 475/rechts: Die Assessments wurden von einem verblindeten Assessor, einem Physiotherapeuten, durchgeführt, der in der standardisierten Durchführung dieser Assessments geschult wurde.</p> <p>S. 477/links: Die Assessments wurden in einer standardisierten Weise durchgeführt. Die Reihenfolge der Test blieb die Gleiche.</p> <p>Die Rahmenbedingungen der Assessments wie Tageszeit usw. werden nicht beschrieben.</p> <p>c. Wurden die Daten von allen Teilnehmenden komplett/vollständig erhoben? Es wird nicht beschrieben, dass die Daten von einem oder mehreren Teilnehmenden nicht vollständig erhoben wurden.</p>
5		Messverfahren & Messinstrumente (Variablen)	<p>a. Welche Messinstrumente wurden zur Datenerhebung benutzt (Begründung)? S. 475/rechts und S. 477/links und rechts:</p> <ul style="list-style-type: none"> – physiologische Messungen: <ol style="list-style-type: none"> 1. TUG (Gleichgewicht und Mobilität) 2. BBS (Gleichgewicht und Mobilität) 3. 3-Minute-Walking-Distance (Gleichgewicht und Mobilität) 4. 10-Meter-Walk-Test (Komfortables Gangtempo) – Fragebogen: <ol style="list-style-type: none"> 1. The-Falls-Efficacy-Scale-International (Empfindung des Gleichgewichts und der Angst vor Stürzen) 2. The-Modified-Fatigue-Impact-Scale (Müdigkeit) 3. The-Short-Form-36 (wahrgenommene gesundheitliche Lebensqualität) 4. Übungstagebuch 5. Speziell erstellter Fragebogen zur Akzeptanz der VR Intervention (nur Interventionsgruppe) <p>b. Welche Intervention wird getestet? S. 478/links und rechts: Die Interventionsgruppe hat über 6 Wochen 2x pro Woche im physiotherapeutischen Labor das VR-basierte Gleichgewichtstraining unter Aufsicht und Führung eines Physiotherapeuten absolviert. Der</p>	<p>a. Sind die Messinstrumente zuverlässig (reliability)? Die Reliabilität der Messinstrumente wird nicht beschrieben.</p> <p>Die beiden für die Fragestellung dieser Bachelorarbeit relevanten Tests, TUG und BBS, sind wie im Kapitel 2.3.5 beschrieben reliabel.</p> <p>Damit Messinstrumente reliabel sein können, müssen sie zunächst objektiv sein. Trotz Standardisierung sind einige der durchgeführten Assessments durch subjektives Empfinden des Prüfers gekennzeichnet. Es handelt sich um renommierte Tests zur Beurteilung der Gangsicherheit und des Gleichgewichts.</p> <p>Fragebogen basieren auf Subjektivität und sind deshalb nicht reliabel.</p> <p>b. Sind die Messinstrumente valide (validity)? Die Validität der Messinstrumente wird nicht beschrieben.</p> <p>Die Validität der beiden für die Fragestellung dieser Bachelorarbeit relevanten Tests, TUG und BBS, ist im Kapitel 2.3.5 beschrieben.</p>

Critical Appraisal Studie 3: The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis: A feasibility study
Khalil et al. (2018)

		<p>Schwierigkeitsgrad dieses Trainings wurde jeweils individuell gesteigert. Folgende VR-Szenarios wurden trainiert (S. 476 Tabelle 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Aufstehen vom Stuhl/Squatting: Steuerung eines Helikopters / sammeln von Münzen und umgehen von Hindernissen durch Aufstehen und Absitzen – Greifen eines Objekts im Stehen: Stehend willkürlich erscheinende Ballone auf beiden Körperseiten einsammeln, indem sie mit der Hand berührt werden – Über ein Objekt steigen: Verschieden hohe Hindernisse werden in den Weg gelegt (z.B. eine Bananenschale) und die Patienten müssen darüber steigen, indem sie den richtigen Fuss zum richtigen Zeitpunkt anheben – Gewichtsverlagerung: Skirennen / Münzen sammeln und Hindernisse vermeiden, indem das Gewicht von links nach rechts und umgekehrt verlagert wird – Zehenstand: Steuerung eines Helikopters / sammeln von Münzen und umgehen von Hindernissen durch Zehenspitzenstand und zurück <p>Das VR-System hat den Patienten sofort visuelles und auditives Feedback geliefert. Zusätzlich haben die Teilnehmenden der Interventionsgruppe einmal pro Woche ein gewöhnliches Gleichgewichtstraining ohne VR zuhause gemacht.</p> <p>Die Teilnehmenden der Kontrollgruppe haben nach 2 Einführungssequenzen mit dem Physiotherapeuten 3x wöchentlich selbstständig ein gewöhnliches Gleichgewichtstraining zuhause absolviert. Diese Übungen waren angelehnt an die VR-Szenarios. Die Teilnehmenden haben ein schriftliches Übungsblatt erhalten.</p>	<p>c. Wird die Auswahl der Messinstrumente nachvollziehbar begründet?</p> <p>Nein, die Auswahl ist lediglich minimal begründet. Die Auswahl und Angabe wofür dieses Messinstrument verwendet wurde, ist weiterführend referenziert.</p> <p>Es stellt sich die Frage, warum nur die Interventionsgruppe einen Fragebogen zur durchgeführten Intervention ausfüllen musste. Es wäre interessant zu erfahren, wie hoch die Akzeptanz, der nicht VR-basierten Intervention ist.</p> <p>d. Sind mögliche Einflüsse/Verzerrungen auf die Intervention beschrieben?</p> <p>Nein, es sind keine Einflüsse auf die Intervention beschrieben.</p> <p>Die Interventionssettings der Kontroll- und Interventionsgruppe sind massgeblich unterschiedlich. Es ist anzunehmen, dass die Hürde ein Training im physiotherapeutischen Labor zu verpassen höher ist als ein Training zuhause nicht zu absolvieren.</p> <p>Über die zuhause durchgeführten Trainings wird durch den Teilnehmenden ein Übungstagebuch geführt. Die Datenerhebung zur Adherence kann durch Falschangaben verzerrt werden.</p> <p>Der Schwierigkeitsgrad der VR-Trainings wird stetig erhöht, der der Heimübungen nicht.</p> <p>Die Interventionsgruppe hat wöchentlich 2 geführte VR-Trainings im Labor absolviert plus zusätzlich ein normales Gleichgewichtstraining zuhause. Es ist schwierig zu interpretieren, welche dieser zwei Interventionen welchen Einfluss auf die Messresultate hatte.</p> <p>Es ist nicht beschrieben, ob die Teilnehmenden während der Dauer der Studie konkurrenzierende Therapieeinheiten absolviert haben.</p>
--	--	--	---

Critical Appraisal Studie 3: The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis: A feasibility study
Khalil et al. (2018)

6	Datenanalyse	<p>a. Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> – TUG in s: intervall – BBS: ordinal – 10-MWT in m/s: intervall – 3-MWD in m: intervall – FES-I: ordinal – MFIS: ordinal – SF36 mit ihren Unterkategorien: ordinal – VR-Fragebogen: ordinal (11 Fragen mit Skala 1-5) <p>b. Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse genutzt (deskriptive und/oder schliessende)?</p> <p>S. 478/rechts: Zum Vergleich der Follow-up-Werte zwischen den beiden Gruppen wurden ANCOVA, d. h. Analysen der Kovarianzen, durchgeführt. Als Kovarianz gilt dabei der Baseline-Wert.</p> <p>S. 478/479 Übergang: Für alle Outcomes wurden die Effektgrössen errechnet basierend auf den Unterschieden zwischen Baseline- und follow-up-Werten innerhalb der Gruppen.</p> <p>S. 480 Tabelle 4: In der Tabelle, nicht aber textlich, ist ersichtlich, dass die Resultate der ANCOVA deskriptiv mittels Mittelwert(95% CI) und der dazugehörige P-Value aufgeführt sind.</p> <p>S. 481 Tabelle 5: Die deskriptiven Daten des VR-Fragebogens sind mittels Mittelwert(SD) ausgewiesen.</p> <p>c. Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt (5% meist implizit, 1% oder 10% sollten begründet werden)</p> <p>S. 479/links: Das Signifikanzlevel wird mit $P < 0.05$ angegeben.</p>	<p>a. Werden die Analyseverfahren klar beschrieben?</p> <p>Ja, wenn auch nur sehr kurz. Da nicht viele Analysen gemacht wurden, gibt es dazu auch nicht viel zu beschreiben.</p> <p>b. Wurden die statistischen Verfahren in Bezug auf die Fragestellung sinnvoll angewendet?</p> <p>In Bezug zur Zielsetzung der Phase 2, die Realisierbarkeit, die Akzeptanz und der potenzielle Nutzen der entwickelten Szenarios als Rehabilitationstool für Personen mit MS zu evaluieren, erscheinen die statistischen Verfahren sinnvoll ausgewählt zu sein.</p> <p>Die Akzeptanz anhand der Adherence kann aufgrund fehlender Messinstrumente, fehlender Analysen der Präsenz- und Durchführungsrate sowie dem fehlenden Vergleich zum VR-Fragebogen nicht eruiert werden.</p> <p>Um die Realisierbarkeit zu überprüfen, macht es Sinn, die Effektgrössen auszuweisen.</p> <p>c. Entsprechen die statistischen Analyseverfahren den Datenniveaus?</p> <p>(https://statistik-und-beratung.de/2016/09/ancova-verwendung-und-voraussetzungen/)</p> <p>ANCOVA: mindestens intervall-skaliert, Unabhängigkeit der Messungen, unabhängige Variabel ist nominalskaliert, Normalverteilung, keine Ausreisser, Kovarianz ist unabhängig vom Gruppeneffekt, Kovarianz ist metrisch)</p> <p>Die ANCOVA zur Analyse der Unterschiede zwischen den Follow-up-Werten der beiden Gruppen, unter Berücksichtigung der Baseline-Werte als Kovarianz, ist nachvollziehbar. Zum Vergleich der beiden unabhängigen Mittelwerten wäre auch der t-Test für unabhängige Stichproben angewendet werden können.</p> <p>Alle Daten werden mit dem gleichen Verfahren analysiert unbeachtet welche Datenniveaus sie aufweisen. Für die ordinal-skalierten Datenniveaus ist die Anwendung des ANCOVA nicht indiziert. Der Mann Whitney U-Test hätte in Betracht gezogen werden sollen. Auch hinsichtlich der nicht überprüften Standardnormalverteilung der metrischen Daten.</p>
---	--------------	--	--

Critical Appraisal Studie 3: The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis: A feasibility study
Khalil et al. (2018)

				<p>In der Studie wird nicht erwähnt, dass die Standardnormalverteilung überprüft wurde.</p> <p>Die restlichen Voraussetzungen zur ANCOVA sind gegeben.</p> <p>(https://www.psychometrica.de/effektstaerke.html) Effektgrösse: Je nachdem, wie viele Daten zur Verfügung stehen, welches Datenniveau diese haben und welche Analysemethoden zur Anwendung kommen, sind auch kleine Effekte unter Umständen statistisch signifikant, obwohl sie in der Realität kaum bemerkbar sind. Zur Einschätzung der praktischen Bedeutsamkeit existieren verschiedene Effektstärkemasse, die bei der Interpretation der Grösse eines Effektes helfen.) Effektgrössen können mit allen Datenniveaus errechnet werden.</p> <p>d. Erlauben die statistischen Angaben eine Beurteilung? Nein, da die Standardnormalverteilung nicht überprüft wurde und die ANCOVA nicht zu allen Datenniveaus der Messungen passt.</p> <p>e. Ist die Höhe des Signifikanzniveaus nachvollziehbar und begründet? Es handelt sich um das implizite Signifikanzlevel von 5% und ist darum nachvollziehbar und wird nicht begründet.</p>
7		Ethik	<p>a. Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt? Es werden keine ethischen Fragen diskutiert.</p> <p>b. Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden? Nein, es wurde keine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt.</p>	<p>a. Inwiefern sind alle relevanten ethischen Fragen diskutiert und entsprechende Massnahmen durchgeführt worden? Unter anderem zum Beispiel auch die Beziehung zwischen Forschenden und Teilnehmenden? Die Beziehung der Forschenden und Teilnehmenden wird nicht beschrieben. Die Studie ist jedoch verblindet, das heisst, der Studienleitung ist die Zuteilung zur Kontroll- und Interventionsgruppe nicht bekannt. Ein Placebo-Effekt könnte entstehen, weil die Teilnehmenden wissen, welcher Gruppe sie angehören.</p>

Critical Appraisal Studie 3: The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis: A feasibility study
Khalil et al. (2018)

8	Results	Ergebnisse	<p>a. Welche Ergebnisse werden präsentiert? textlich S. 479/links: Die Adherence Rate der VR-Trainings war mit 67.81%(SD=17.69) hoch.</p> <p>S. 479/links: Zwischen der Kontroll- und der Interventionsgruppe gab es signifikante Unterschiede bei der Follow-up-Messung in den Tests BBS, MFIS und bei einigen Rubriken des SF-36.</p> <p>S. 479/links: Das Feedback über die VR-Intervention zeigt insgesamt Zufriedenheit damit.</p> <p>tabellarisch S. 478 Tabelle 2: Präsenzrate in den VR-Trainings und Durchführungsrate der Trainings zuhause der einzelnen Teilnehmenden</p> <p>S. 480 Tabelle 4: BBS, TUG, FES-I, 10-MWT, 3-MWD, MFIS und SF-36 mit allen Rubriken / Kontroll- und Interventionsgruppe / pre und post / Effektgrößen / p-value des Unterschieds zwischen den Gruppen</p> <p>S. 481 Tabelle 5: Resultate des VR-Fragebogens mit Mittelwert(SD)</p> <p>b. Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie? S. 480 Tabelle 4: Zwischen der Kontroll- und der Interventionsgruppe gab es signifikante Unterschiede bei der Follow-up-Messung in den Tests BBS (p=0.012), MFIS (p=0.008) und bei einigen Rubriken des SF-36 (Physical Functioning p=0.009, Mental Health p=0.01, Vitality p=0.04, Bodily Pain p=0.03, Physical Component Summary p=0.03, Mental Component Summary p=0.01).</p> <p>c. Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)? Ja, die Ergebnisse werden verständlich präsentiert. Bezüglich Vollständigkeit der Ergebnisse bzw. der Datenauswertung siehe Würdigung 7a.</p>	<p>a. Sind die Ergebnisse präzise? Die Ergebnisse sind mässig präzise. Die mässig gut gewählte Auswahl der Interventionen muss sicherlich berücksichtigt werden.</p> <p>S. 481 Tabelle 5: Die Resultate des VR-Fragebogens lassen keinen Vergleich zu, da diese Messung nur mit der Interventionsgruppe durchgeführt wurde. Diese Resultate sind daher descriptiv und wenig aussagekräftig.</p> <p>S. 479/links und S. 478 Tabelle 2: Die Adhärenzrate wird der Präsenz- bzw. Durchführungsrate gleichgestellt, was so nicht abschliessend korrekt ist. Die Präsenz- bzw. Durchführungsrate sind nur pro Teilnehmenden ausgewiesen. Es wurden keine totalen Präsenz- bzw. Durchführungsrate errechnet und auch keine Vergleiche gemacht. Es wird lediglich im Text der Mittelwert(SD) der Präsenzrate der VR-Trainings im Labor angegeben.</p> <p>Auf die errechneten und ausgewiesenen Effektgrößen wird nicht weiter eingegangen.</p> <p>S. 479/links: Es wird festgestellt, dass keine wesentlichen, nachteiligen Ereignisse während der Intervention aufgetreten sind. Die Gruppen haben eine vergleichbare Anzahl Trainings erhalten, wenn auch nicht in einem vergleichbaren Setting.</p> <p>Es wird nicht festgestellt, ob signifikante Unterschiede zwischen den Teilnehmenden der Kontroll- und der Interventionsgruppe zum Zeitpunkt der Baseline bestehen. Die Gruppen wurden jedoch anhand des EDSS geschichtet.</p> <p>b. Wenn Tabellen / Grafiken verwendet wurden, entsprechen diesen folgenden Kriterien? Sind sie präzise und vollständig (Titel, Legenden)? Sind sie eine Ergänzung zum Text? Zur Ergebnispräsentation sind keine Grafiken verwendet worden.</p> <p>Die Tabellen sind übersichtlich. Die Titel sind aussagekräftig und die nötigen Informationen zu den Tabellen findet man in der Legende. In den Tabellen fehlt</p>
---	---------	------------	---	---

Critical Appraisal Studie 3: The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis: A feasibility study
Khalil et al. (2018)

				<p>die Kennzeichnung der signifikanten Resultate. Das Signifikanzlevel ist auch nicht in den Legenden angegeben, sodass man dieses zuerst im Text suchen gehen muss.</p> <p>Die textliche Präsentation der Resultate ist sehr kurz gehalten. Die Tabellen sind daher keine Ergänzung zum Text, sondern eher das eigentliche Tool zur Beurteilung der Resultate.</p>
9	Diskussion	<p>a. Werden signifikante und nicht signifikante Ergebnisse erklärt? Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</p> <p>Es werden nur die signifikanten Ergebnisse nochmals hervorgehoben. Die nicht signifikanten Ergebnisse werden nicht interpretiert oder erläutert.</p> <p>S. 479/links: Die Forschenden stellen fest, dass die von ihnen entwickelten Szenarios sicher und realisierbar sind. Begründet wird diese Interpretation lediglich mit der Aussage, dass keiner der Teilnehmenden während der praktischen Anwendung Übelkeit aufgrund der Bewegungen entwickelt hat.</p> <p>S. 479/links: Die Forschenden interpretieren die Adherencerate der VR-Sessions als hoch. Sie erwähnen jedoch, dass keine Informationen zur Motivation systematisch gesammelt wurden. Sie beziehen sich auf die hohen Mittelwerte des VR-Fragebogen. Sie stellen dazu die Hypothese auf, dass dieser Outcome mit der Verbesserung des Gleichgewichts und der hohen Effektgrößen bei der Reduzierung der Angst zu fallen korreliert. Dass ein Vergleich zur Kontrollgruppe fehlt, wird nicht erwähnt.</p>	<p>a. Werden alle Resultate diskutiert?</p> <p>Nein, es wird nur auf die signifikanten Resultate der verschiedenen Messinstrumente eingegangen. Die Interpretation der Resultate der anderen Tests wird komplett vernachlässigt. Die durch die verschiedenen Messinstrumente gemessenen Fähigkeiten wie Gleichgewicht und Mobilität, komfortables Gangtempo usw. (siehe Zusammenfassung 5a.) werden in keinen Kontext gesetzt.</p> <p>Die Effektgrößen werden zwar ausgewiesen aber nirgends beschrieben, diskutiert, erklärt oder interpretiert.</p> <p>b. Stimmt die Interpretation mit den Resultaten überein?</p> <p>Grösstenteils ja bzw. sind die Interpretationen nicht falsch aber teils ungenau hergeleitet. Es werden Annahmen ohne Hinterlegung von Resultaten gemacht.</p> <p>Bei der Interpretation der Quality-of-Life-Scores wird davon gesprochen, dass die gelieferten Werte bestätigen, dass ein Gleichgewichtstraining die Lebensqualität dieser Menschen beeinflusst. Diese Aussage stimmt so nicht. Die Signifikanz bezieht sich auf den Unterschied zwischen der Kontroll- und der Interventionsgruppe nach der Intervention. Sie besagt also, dass ein VR-basiertes Gleichgewichtstraining die Lebensqualität mehr positiv beeinflusst als ein normales Gleichgewichtstraining zuhause.</p>	

Critical Appraisal Studie 3: The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis: A feasibility study
Khalil et al. (2018)

		<p>S. 479/rechts: Die Forschenden interpretieren, dass die im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikante Verbesserung im BBS möglicherweise auf die Rolle der Spiegelneuronen zurückzuführen ist. Eine andere Erklärung sehen die Forschenden in der Höhe der Repetitionen und dem aufgabenorientierten Training mit vielen Variationen. Erklärt wird, dass aus einer früheren Studie hervorgegangen ist, dass der BBS-Score bei Menschen mit MS um 3 Punkte steigen muss, damit eine klinische Wichtigkeit interpretiert werden kann.</p> <p>S. 479/481 Übergang: Aufgrund der signifikanten Verbesserung des BBS-Scores glauben die Forschenden, dass die entwickelten Szenarios geeignet sind, um das Gleichgewicht von MS-Patienten zu verbessern.</p> <p>S. 481/links: Die signifikanten Unterschiede in der Verbesserung der Fatigue und der Quality-of-Life-Scores bestätigen laut Forschenden die frühere Annahme, dass ein Gleichgewichtstraining einen positiven Einfluss auf die Lebensqualität hat.</p> <p>S. 481/links: Zusammenfassend stellen die Forschenden fest, dass diese Studie die Machbarkeit, die Akzeptanz und potenzielle Nutzen von neuen VR-Szenarios, die spezifisch auf Gleichgewichtsdefizite von MS-Patienten entwickelt wurden, aufzeigt.</p> <p>b. Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden? Das Hauptziel, VR-Szenarios mit dem Zielobjekt Gleichgewichtsdefizite in der MS Population mittels preiswerter, kommerziell verfügbarer Plattformen inklusive Microsoft Kinect sensor und Wii balance board zu entwickeln, wurde erreicht. Wobei nicht beschrieben wird, in welcher Form explizit auf spezifische Gleichgewichtsdefizite von Menschen mit MS eingegangen worden ist. Die Evaluierung spezifischer Defizite von MS-Patienten wird nicht erwähnt oder referenziert.</p> <p>S. 481/links: Es wird zwar zusammenfassend festgestellt, dass diese Studie die Machbarkeit, die Akzeptanz und potenzielle Nutzen von neuen VR-Szenarios, die</p>	<p>Die Adherencerate wird der Präsenz- bzw. Durchführungsrate gleichgestellt, was so nicht abschliessend korrekt ist. Die Interpretation der Adherence wird weiter auf die Resultate des VR-Fragebogens gestützt. Die Interpretation daraus ist nicht falsch, aber ungenau, da ein Vergleich fehlt.</p> <p>Die Forschenden sprechen in der Diskussion von der Population aller Menschen mit MS, einmal sogar von Menschen mit einer neurologischen Erkrankung, was so nicht stimmt.</p> <p>Die Interpretationen sind sehr generalisiert.</p> <p>c. Werden die Resultate in Bezug zur Fragestellung/Zielsetzung/Hypothese und anderen Studien diskutiert und verglichen? Nein, die Resultate wurden nicht direkt in Bezug zur Zielsetzung gestellt. Es handelt sich mehrheitlich um Aufzählungen der Resultate. Siehe auch Zusammenfassung 8b.</p> <p>Es werden andere Studien erwähnt, jedoch keine konkreten Vergleiche gemacht. Einige Interpretationen wurden mit anderen Studien begründet.</p> <p>d. Wird nach alternativen Erklärungen gesucht? Nein, alternative Erklärungen werden nicht diskutiert.</p>
--	--	---	--

Critical Appraisal Studie 3: The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis: A feasibility study
Khalil et al. (2018)

			<p>spezifisch auf Gleichgewichtsdefizite von MS-Patienten entwickelt wurden, aufgezeigt. Die Autorinnen dieser Bachelorarbeit beurteilen diese Annahme als wage und zu wenig begründet.</p> <p>S. 481/links: Die Forschenden erwähnen, dass die erhaltenen Daten dieser Studie für eine 3. Phase gebraucht werden, weil sie wichtige Antworten zu Effektgrössen und zur Eignung der Messinstrumente liefert. Dieser Aussage können die Autorinnen der Bachelorarbeit eher zustimmen als der ursprünglichen Beantwortung der Zielsetzung.</p> <p>c. Werden Limitationen diskutiert? S. 481/links: – Es handelt sich um eine Machbarkeitsstudie mit einer geringen Stichprobengrösse, was die Generalisierung der Resultate einschränkt – Die Interventionsphase war kurz (6 Wochen)</p> <p>d. Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen? S. 479/rechts und S. 481/links: Es wird darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse andere Studienergebnisse bestätigen oder erweitern. Die Vergleiche bzw. Bezugnahmen wurden referenziert.</p>	
10		Schlussfolgerungen Anwendung und Verwertung in der Praxis	<p>a. Welche Implikationen für die Praxis, Theorien und zukünftige Forschung sind beschrieben? S. 479/rechts: Zukünftige Studien sollen den Mechanismus der neuroplastischen Veränderungen bei der Verwendung von VR überprüfen.</p> <p>S. 481/links: Weitere Studien werden benötigt, um zu bestätigen, dass ein Gleichgewichtstraining einen positiven Einfluss auf die Lebensqualität hat.</p> <p>S. 481/links: Künftige Studien sollen die Ergebnisse an einer grösseren Anzahl von Patienten mit verschiedenen neurologischen Erkrankungen untersuchen.</p> <p>S. 481/links: Die Daten dieser Studie waren nötig um eine zukünftige 3. Phase als definitiver Trial zu starten.</p> <p>S. 481/Übergang links zu rechts: Weitere Studien sollen anhand längerer Interventionsphasen und mehreren Follow-ups die Nachhaltigkeit der Adherence und des</p>	<p>a. Ist die Studie sinnvoll? Werden Stärken und Schwächen aufgewogen? Als Machbarkeitsstudie macht die vorliegende Studie Sinn, zur Überprüfung praxisrelevanter Daten ist ihr Umfang zu klein. Konkrete Stärken sind keine erwähnt. Einige Schwächen werden detailliert in Form von Limitationen ausgewiesen. In Anbetracht des Studienumfangs ist eine angemessene Anzahl Daten erhoben und analysiert worden. Die Analysen sind nicht vollständig.</p> <p>b. Wie und unter welchen Bedingungen sind die Ergebnisse in die Praxis umsetzbar? Unter Berücksichtigung der Schwächen dieser Studie kann in die Praxis transferiert werden, dass das VR-basierte Gleichgewichtstraining tendenziell einen höheren positiven Einfluss auf das Gleichgewicht und Aspekte der Lebensqualität hat. Falls dem Therapeuten diese Art von Trainingsform zur Verfügung steht, ist eine Anwendung sinnvoll. Da keine Vergleiche innerhalb der Gruppen gemacht wurden, kann keine Aussage darüber gemacht</p>

Critical Appraisal Studie 3: The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis: A feasibility study
Khalil et al. (2018)

			<p>Nutzens überprüfen. Ebenfalls sind diese wichtig, um den Einfluss von VR-Interventionen auf die Motivation, die Bemühungen und die Freude an Übungseinheiten zu verstehen.</p> <p>S. 481/rechts: Zusätzlich sollen zukünftige Studien die Erforschung spezifischer Änderungen der kognitiven Funktionen gewährleisten, was zu einem besseren Verständnis für die Thematik aufgrund motokognitiver Trainings führen könnte.</p>	<p>werden, ob beide Trainings innerhalb der 6 Wochen eine Verbesserung der Messwerte mit sich gezogen haben.</p> <p>Das VR-Training wird geschätzt. Ob die Adherence im Gegensatz zu einem normalen Gleichgewichtstraining gesteigert werden kann, geht nicht aus der Studie hervor.</p> <p>c. Wäre es möglich die Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen? Unter Berücksichtigung der Schwächen dieser Studie ist eine Wiederholung dieser Studie durchaus möglich und sinnvoll.</p>
--	--	--	---	---

Anmerkung. LF = Leitfrage

Anhang 4: PEDro-Skala

Aus urheberrechtlichen Gründen sind diese Abbildungen nicht im öffentlich zugänglichen Werk vorhanden.